

Compendium
der
Physiologie des Menschen.

Zur Repetition für Studirende und Aerzte.

Von

Julius Budge,

Professor der Anatomie und Physiologie, Director des zootomischen und anatomischen Museums und Theaters an der Universität Greifswald.

Mit eingedruckten Holzschnitten.



Leipzig,
Voigt & Günther.
1864.

Med

647

Compendium

der

Physiologie des Menschen.

Compendium

der

Physiologie des Menschen.

Compendium der Physiologie des Menschen.

Zur Repetition für Studirende und Aerzte.

Von

Julius Budge,

Professor der Anatomie und Physiologie, Director des zootomischen und anatomischen Museums und Theaters an der Universität Greifswald.



Mit eingedruckten Holzschnitten.



Leipzig,
Voigt & Günther.
1864.

Compendium

der

Physiologie des Menschen.

Nach der neuesten Methode von J. B. Müller.



Julius Budge.

Verlag von J. B. Müller, Berlin.

Die neuesten Hefen.



Leipzig.

Verlag von J. B. Müller.

1844.

V o r r e d e.

Indem ich dieses Compendium dem Publikum übergebe, muss ich auf die Tendenz desselben um so mehr hinweisen, als erst vor kurzer Zeit mein grösseres Werk über Physiologie ¹⁾ erschienen ist. Letzteres hat den Zweck, dem Medicin Studirenden ein tieferes Eingehen in die neben der Anatomie als Grundpfeiler seines künftigen Berufs dienende Physiologie zu ermöglichen, für Vorlesungen ein Lehrbuch darzubieten, dem praktischen Arzte in allen Fällen, in denen er einer genauern Be-

¹⁾ Lehrbuch der speciellen Physiologie des Menschen, für Vorlesungen und zum Selbststudium. Achte, gänzlich umgearbeitete Auflage. Leipzig, 1862.

lehrung bedarf, ein treuer Rathgeber zu sein, überhaupt die Freunde der Physiologie zum Nachdenken und zum Fortschritt anzuregen. Diese Wissenschaft hat seit zwanzig Jahren eine ganz neue Richtung eingeschlagen, und Aerzte, welche vor dieser Zeit studirt haben, müssen sich mit Studien bekannt machen, die ihnen damals fern lagen, namentlich in die exacte physikalische Denkweise hineinversetzen lernen. Auf jene habe ich eine besondere Rücksicht genommen und in manchen Dingen weniger voraussetzen dürfen, als dies nach einem Decennium nöthig sein wird. Es musste eingehend betrachtet werden, wie die physikalischen, chemischen und organischen Kräfte, welche im Körper vorhanden sind, mit einander und gegen einander wirken, damit die einzelnen Functionen zu Stande kommen; man musste ferner den Gang der Beobachtungen und die Mittel, durch welche sie angestellt werden, vorführen, um Schritt für Schritt zu den Schlüssen, die daraus hervorgehen, zu gelangen; die herrschenden Streitfragen verlangten eine Prüfung, welche viele Specialuntersuchungen erheischte, die dort niedergelegt sind.

Dieses Werk hat sich in kurzer Zeit viele Gönner erworben. Indess hat sich dennoch, wie mir von vielen Seiten mitgetheilt worden ist, das Bedürfniss herausgestellt, daneben noch in gedrängter Kürze und dennoch möglicher Vollständigkeit die sichern Resultate der physiologischen Forschungen bis auf die neueste Zeit neben einander zu haben, wissenschaftlich geordnet und klar dargestellt. Nicht nur der Studierende kann ein solches Buch zur Wiederholung benutzen, sondern auch der Arzt, welcher mit der Physiologie bekannt ist, hat nicht immer die Thatsachen bei der Hand, er vermag bei seiner zeitraubenden Thätigkeit nicht sogleich weitläufigere Werke nachzusehen, und doch sehnt er sich bei einem Krankheitsfalle nach einer physiologischen Erklärung, um seine eigenen Erfahrungen durch diejenigen zu läutern, welche die Physiologie festgestellt hat. Dem Naturforscher, dessen näheres Gebiet die Physiologie nicht berührt, kommt es oft sehr darauf an, in kurzen und bestimmten Ausdrücken die Antwort zu hören, welche er auf eine sich ihm aufdrängende physiologische Frage verlangt.

Aus diesen Gründen hoffe ich, dass sich dieses Compendium neben dem grössern Werke Eingang verschaffen wird. — Ich kann sagen, dass es kaum einen Abschnitt in der Physiologie gibt, in welchem nicht eigene Untersuchungen von mir angestellt worden sind, sodass ich nur selten eine Angabe zu machen brauchte, die ich nicht selbst geprüft hatte. Dies wird dem Buche zu gute kommen.

Budge.

Inhalt.

	Seite
Definition	1
Elementarbestandtheile des menschlichen Körpers	1
Anorganische Verbindungen im Körper	1
Organische Verbindungen	2
Respiration	3
Zweck	3
Bedingungen, durch welche der Zweck erreicht wird	3
Erscheinungen der Respiration	4
Inspiration	4
Bau der Lungen	4
Wirkung des Luftdrucks und der Elasticität auf die Lungen	6
Einathmungsmuskeln	8
Veränderung des Respirationskanals bei der Inspiration	9
Expiration	9
Wirkung der Einathmung	10
Wirkung der Ausathmung	10
Brustathmen, Bauchathmen	10
Messungen des Lungenvolumens und der Lungenelasticität	11
Frequenz der Athemzüge	11
Nerveneinfluss	12
Gasdiffusion beim Athmen	13
Quantitative Bestimmung der ein- und ausgeathmeten Gase	15
Athmen im abgesperrten Raume	17
Temperatur der ausgeathmeten Luft	19
Bestimmung der CO ²	19
Athmen in verschiedenen Gasarten	21

	Seite
Menge der Athmungsluft und der rückbleibenden Luft	21
Hautathmen	21
Vergleichung der Luftmenge in der Atmosphäre, der ausgeathmeten Luft und im Blute	22
Verdauung	23
Zweck	23
Bedingungen zum Zweck	23
Nahrungsmittel	24
Proteïnsubstanzen	24
Kohlehydrate	25
Verhältniss der stickstoffhaltigen Nahrungsmittel zu den stickstofflosen	27
Mengenverhältniss der Proteïnstoffe, der leimgebenden Substanzen, der Fette, Kohlehydrate und Salze in den wichtigsten Nahrungsmitteln	28
Nahrungsmenge	29
Speichel	30
Chemische Bestandtheile der Mundflüssigkeit	31
Wirkung derselben	32
Verschiedenheit der Absonderung der drei Speicheldrüsen	32
Nerveneinfluss auf die Speichelabsonderung	33
Kaubewegung	34
Zungenbewegungen	34
Schlingbewegungen	35
Schlund- und Oesophagusbewegungen	35
Functionen des Magens	36
Chymus	36
Magensaft und Magendrüsen	36
Bewegungen des Magens	40
Functionen der Leber	41
Bau der Leber	41
Chemische Bestandtheile der Leber	44
Galle	45
Zuckerbildung in der Leber	49
Bauchspeicheldrüse	50
Bestandtheile des pancreas	50
Eigenschaften des Bauchspeichels	50
Bestandtheile desselben	50
Absonderung » 	50
Functionen » 	51
Functionen des Dünndarms	51
Zotten	52
Darmsaft	54
Darmbewegung	55
Functionen des Dickdarms	56

	Seite
Excremente	56
Kothentleerung	56
Blut und Lymphe	58
Gerinnung des Blutes	58
Mikroskopische Bestandtheile	60
Chemische Bestandtheile	62
Quantität der Bestandtheile	62
Faserstoff	63
Eiweiss	63
Globulin	63
Hämatin	64
Eisen	64
Blutgase	65
Blutasche	65
Quantität des Blutes	65
Farbe des Blutes	66
Blutcirculation	66
Zweck der Circulation	67
Bedingungen für deren Herstellung	68
Blutdruck	68
Widerstandsmesser	70
Contraction des Herzmuskels	71
Herzrhythmus	72
Pulsus cordis	72
Atrio - Ventricularklappen	73
Semilunarklappen	73
Herztöne	74
Elasticität der Arterien. Puls	74
Contractilität der Arterien	77
Gefässnerven	77
Anatomische Bestandtheile der Arterien	78
Capillargefässe	78
Beobachtung der Circulation an durchsichtigen Theilen	78
Venen	80
Herznerven	81
Ursache der Herzbewegung	81
Wirkung des Luftdrucks auf die Herzbewegung	82
Geschwindigkeit des Blutumlaufs	84
Pulsfrequenz	85
Chylus und Lymphe; Fortbewegung derselben	85
Bestandtheile	85
Lymphcirculation	86
Bau des Lymphgefässsystems	87
Ernährung	89
Resorption	90

	Seite
Assimilation	93
Chemismus der Ernährung	94
Formbildung	96
Wachsthum	96
Regeneration	97
Inanition	98
Zellenleben	98
Wachsthum der Zellen	99
Intercellularsubstanz	99
Art des Wachstums	100
Specifische Function der Zellen	101
Bedingungen zur Zellenthätigkeit	102
Elektricität	103
Erkennungsmittel	103
Muskelstrom	105
Nervenstrom	107
Hautstrom	107
Wärme	108
Bestimmung der Wärme	108
Entstehung der Körperwärme	109
Fortleitung der Wärme	110
Wärmeentziehung	111
Regulirung der Wärme	111
Absonderung	112
Gallenabsonderung	116
Harnabsonderung	117
Harnbestandtheile	119
Harnstoff	120
Harnsäure	123
Hippursäure	124
Traubenzucker	124
Farbstoffe	124
Chlor	125
Schwefelsäure	125
Phosphorsäure	125
Wasser	126
Ansammlung des Harns in der Blase und Entleerung	126
Hautabsonderung	127
Epidermis	127
Hauttalg	128
Structur der Haut	128
Schweissabsonderung	129
Hautgase	130
Ueberfirnissen der Haut	130
Resorption durch die Haut	131

	Seite
Bewegungen	132
Flimmerbewegung	133
Muskelbewegung	134
Quergestreifte Muskeln	134
Glatte Muskeln	137
Chemische Bestandtheile der Muskeln	138
Elasticität der Muskeln	138
Contraction der Muskeln	139
Muskelirritabilität	143
Wirkung der Muskeln	144
Todtenstarre	145
Zusammengesetzte Bewegungen	145
Stehen	145
Gehen	146
Stimme und Sprache	147
Kehlkopfmuskeln	147
Höhe und Tiefe der Töne	148
Klang	149
Nervenphysiologie	150
Anatomische und chemische Beschaffenheit der Nerven	150
Nervenfasern	151
Ganglienzellen	155
Endigung der Nervenfasern in der Peripherie	157
Verlauf der Nervenfasern	159
Verbindung der Nervenfasern	159
Chemische Bestandtheile der Nerven	160
Organische Eigenschaften der Nerven	160
Bell'sches Gesetz	160
Nervenreize	162
Elektrische Reize	163
Mittel zur Erzeugung elektrischer Reize	164
Zuckungsgesetz	166
Elektrotonus	168
Reizung durch die Elektricität in den Nerven selbst	169
Wirkung des gereizten Nerven auf den Multiplicator	170
Negative Stromesschwankung	171
Absterben der Nerven	171
Andere als elektrische Reize	172
Reizbarkeit	172
Verminderte Reizbarkeit	175
Ausgezeichnete Stellen	175
Hemmungsnerven	176
Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Nerven	177
Specifische Nerven	178
Mittheilung der Zustände eines Nerven an einen andern	179

	Seite
Gefühl	179
Weisse Substanz der Hinterstränge	180
Verlauf der Gefühlsfasern im Rückenmark	181
Arten des Gefühls	182
Erscheinungen des Gefühls	183
Bedingungen des Gefühls	184
Beziehungen der Gefühlswahrnehmungen	185
Einfluss der Vorstellungen auf das Gefühl	186
Mitgefühl	187
Bewegungen	187
Reflexbewegungen	187
Willkürliche Bewegungen	191
Grosses Gehirn	192
Kleines Gehirn	193
Vierhügel. Verlängertes Mark	194
Rückenmark	194
Eintheilung der Bewegungen	196
Reizbewegungen	196
Reflexbewegungen	196
Willkürliche Bewegungen	196
Instinctartige Bewegungen	197
Zwangsbewegungen	197
Mitbewegungen	197
Tonische Bewegungen	198
Bewegung der iris	199
Bewegung des Darmkanals	201
Bewegung des Herzens	201
Bewegung der Gefässe	202
Athembewegungen	202
Einfluss des Nervensystems auf die Ernährung und Ab- sonderung	203
N. olfactorius	204
N. opticus	205
N. oculomotorius	205
N. trochlearis	206
N. trigeminus	206
N. abducens	207
N. facialis	207
N. acusticus	208
N. glossopharyngeus	208
N. vagus	208
N. accessorius Willisii	210
N. hypoglossus	210
N. sympathicus und Gangliensystem	211

	Seite
Sinnesempfindungen	213
Erfordernisse zum deutlichen Sehen	213
Entwerfung des Bildes	213
Accommodation	216
Irisbewegung	217
Achromasie	217
Empfindung der retina	218
Erregungsursachen der retina	221
Nachwirkung der Erregung	221
Bewegung des bulbus	222
Localisiren der Gesichtsubjecte	224
Einfachsehen mit zwei Augen	225
Sehen von Körpern	226
Irradiation	227
Beurtheilung der Grösse	227
Thränen. Meibom'sche Drüsen	228
Gehörsinn	228
Schall. Ton	228
Erfordernisse des Hörens	230
Fortleitung des Schalls	230
Empfindung	231
Geruchssinn	232
Geschmacksinn	233
Tastsinn	234
Tastorgane	234
Feinheit des Tastsinnes	235
Psychische Thätigkeit	236
Zeugung und Entwicklung	237
Erfordernisse	237
Samen	237
Erection	240
Ei	241
Menstruation	242
Befruchtung	243
Schwangerschaft	244
Membranae deciduae	245
Placenta	246
Abschnürung des Embryo vom Ei	247
Hüllen des Embryo	249
Höfe des Embryonalflecks	249
Schichten des Embryo	250
Circulation durch die Nabelblase und die allantois	250
Amnion	252

	Seite
Nabelstrang	253
Blätter der Keimhaut	253
Entwicklung des Auges	255
Entwicklung des Gehörorgans	256
Kiemenbogen und Kiemenspalten	257
Bildung des Knochensystems	258
» » Darmkanals	258
» » der Harn- und Geschlechtsorgane	260
Geburt und Wochenbett	261

Die Physiologie des Menschen ist die Wissenschaft von den Erscheinungen des lebenden menschlichen Körpers und von den Gesetzen, unter welchen jene stehen.

Elementarbestandtheile des menschlichen Körpers.

Namen.	Zeichen.	Atomgewicht. H=1.
Sauerstoff	O	8,00
Wasserstoff	H	1,00
Stickstoff	N	14,00
Kohlenstoff	C	6,00
Schwefel	S	16,00
Phosphor	P	31,36
Fluor	Fl	19,00
Chlor	Cl	35,46
Natrium	Na	23,00
Kalium	K	39,11
Calcium	Ca	20,00
Magnesium	Mg	12,00
Silicium	Si	14,81
Eisen	Fe	28,00

Verbindungen anorganischer Art, welche im Körper vorkommen.

Wasser HO

Ammoniak NH_3

Kohlensäure CO_2 ¹⁾

Chlorwasserstoffsäure HCl

Schwefelsäure SO_3

Phosphorsäure PO_5

Kohlenwasserstoff $\text{C}_2 \text{H}_4$

Schwefelwasserstoff HS

Chlornatrium Na Cl

Chlorkalium KCl

Chlorammonium $\text{NH}_4 \text{Cl}$

¹⁾ C=6, O=8, also $\text{CO}_2=6+2\cdot 8=22$, d. h. in 22 Gewichtstheilen Kohlensäure sind 6 Theile Kohlenstoff und 16 Sauerstoff.

Fluorcalcium Ca F
 Kohlensaures Natron Na O CO_2
 Kohlensaures Kali KO CO_2
 Kohlensaures Ammoniak $2\text{NH}_4 \text{ O } 3\text{CO}_2$
 Kohlensaurer Kalk Ca O CO_2
 Kohlensaure Magnesia Mg O CO_2
 Phosphorsaures Natron $3 \text{ Na O PO}_5 - 2\text{Na O HO PO}_5$
 Phosphorsaures Kali $3\text{KO PO}_5 - 2\text{KO HO PO}_5 - \text{KO } 2\text{HO PO}_5$
 Neutraler phosphorsaurer Kalk 3Ca O PO_5
 Saurer phosphorsaurer Kalk 2Ca O HO PO_5
 Phosphorsaure Magnesia 3Mg O PO_5
 Phosphorsaure Ammoniak - Magnesia $2\text{Mg O NH}_4 \text{ O PO}_5 + \text{HO}$
 Schwefelsaures Kali KO SO_3
 Schwefelsaures Natron Na O SO_3
 Kieselsäure Si O_3

Die wichtigsten organischen Verbindungen.

	C	H	O	HO
Stickstofflose.				
Traubenzucker	12	12	12	2
Milchzucker	12	11	11	1
Cholesterin	52	44	2	
Ameisensäure	2	2	4	
Essigsäure	4	4	4	
Milchsäure	6	6	6	
Buttersäure	8	8	4	

	C	H	O	N	S
Stickstoffhaltige (in 100 Theilen).					
Albumin	53,5	7	22,4	15,5	1,6
Fibrin	52,6	7	21,8	17,4	1,2
Syntonin	54,06	7,28	21,5	16,05	1,11
Casein	53,83	7,15	23,35	15,6	1
Harnstoff (C ₂ H ₄ O ₂ N ₂) . .	20	6,6	26,6	46,6	
Harnsäure (C ₁₀ H ₄ N ₄ O ₆) .	35,7	2,38	33,30	28,56	
Leucin (C ₁₂ H ₁₃ N O ₄) . .	62,6	11,3	12,17	13,91	
Tyrosin (C ₁₈ H ₁₁ N O ₆) . .	59,6	6,07	7,73	26,5	
Kreatin (C ₈ H ₉ N ₃ O ₄ + 2 HO)	34,28	7,14	30	28,56	

Erster Abschnitt. R e s p i r a t i o n.

§. 1. Zweck.

Der wesentliche Zweck der Respiration besteht darin, durch Vermittlung der Lungen dem Blute Sauerstoff zuzuführen und Kohlensäure aus demselben zu entfernen.

Zweck der
Respiration.

§. 2. Bedingungen, durch welche der Zweck erreicht wird.

- 1) Luft muss zu den Athmungsorganen gebracht und aus ihnen entleert werden.
- 2) Das gesammte Blut muss den Lungen zu- und von ihnen wieder abfliessen.
- 3) Gute Mischung der eingeathmeten Luft.
- 4) Das Blut muss Gase, namentlich Sauerstoff und Kohlensäure, in so hinreichender Menge enthalten, dass sowohl ein Wechsel mit den eingeathmeten Gasen, als auch mit den im Körper ausserhalb der Blutgefässe befindlichen Gasen stattfinden kann.
- 5) Dieser Wechsel muss so rasch erfolgen, als es die Erhaltung des gesunden Körpers erheischt.

Erfordernisse
zur Respiration.

§. 3. Erscheinungen der Respiration.

Respirations-
erscheinun-
gen.

Sie beziehen sich vornehmlich:

- 1) auf die Inspiration, d. i. Füllung der Lungen mit atmosphärischer Luft;
- 2) auf die Expiration, d. h. die Entleerung der in den Lungen enthaltenen Gase und Dämpfe;
- 3) auf den Diffusionsstrom der in den Lungen enthaltenen Gase durch die dazwischen liegenden Membranen bis in die Capillargefässe der Pulmonararterie;
- 4) auf den Diffusionsstrom der in dem Blute enthaltenen Gasarten gegen die Lungen hin.

§. 4. Inspiration.

Zur Füllung der Lungen mit Luft ist erforderlich:

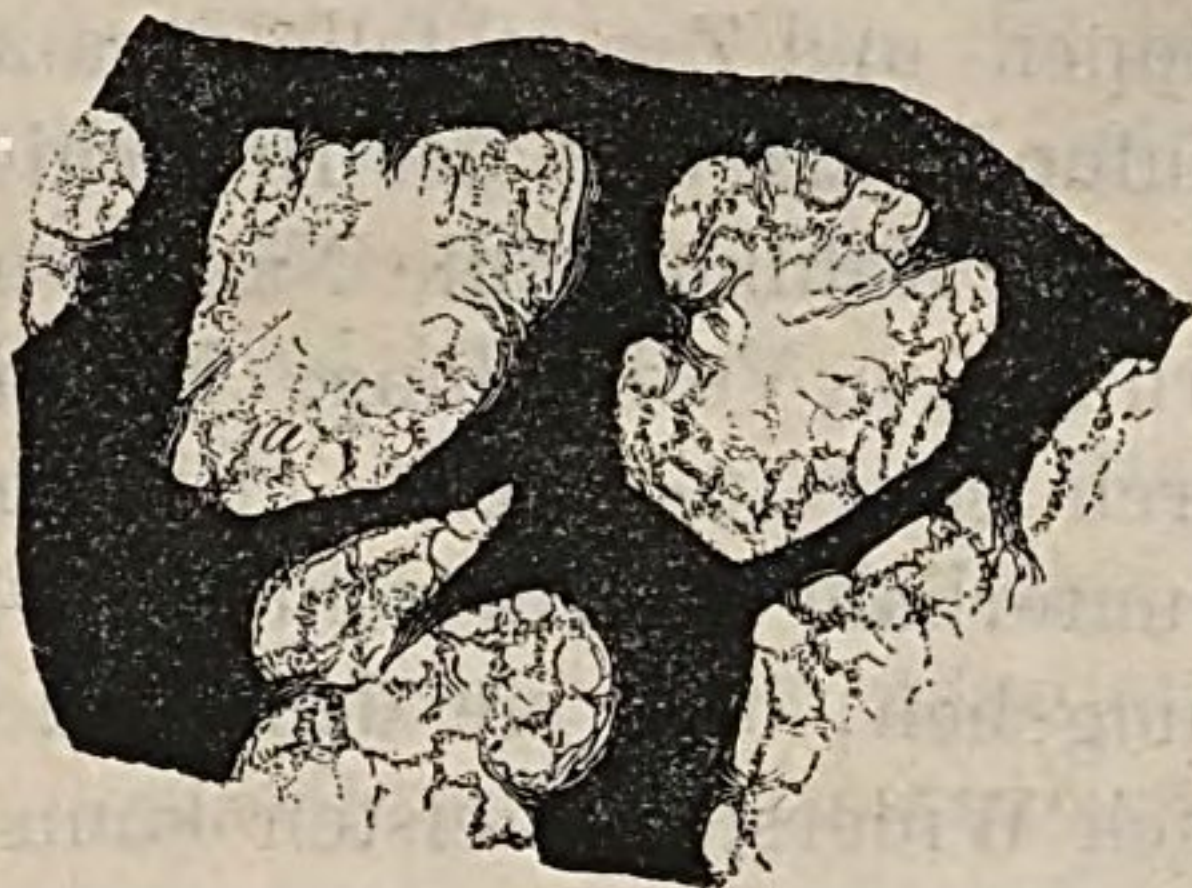
- 1) Ausdehnbarkeit (und Elasticität) derselben;
- 2) eine sie ausdehnende Kraft;
- 3) Ausdehnbarkeit (und Elasticität) des Thorax;
- 4) Erweiterung desselben.

§. 5. Bau der Lungen.

Lungen.

Eine Lunge besteht aus einer sehr grossen Anzahl $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$ " grosser Läppchen (infundibula genannt), welche bei Embryonen und Kindern deutlicher von einander getrennt und grösser sind als bei Erwachsenen. Jedes Läppchen hängt an einem sehr kleinen Stiele, der wieder mit einem andern Stiele eines andern Läppchens zusammenfliesst, und endlich kommen viele solcher Stielchen zu einem grössern und immer grössern zusammen, oder mit andern Worten, ein Zweig verästelt sich in immer kleinere und kleinere Aestchen, welche zuletzt in kleine Träubchen (Läppchen) endigen. Die Läppchen (infundibula) und ihre Stiele sind hohl. Die Stiele sind die Bronchien. Ein infundibulum ist keine einfache Blase, sondern besteht wieder aus mehr-

fachen Bläschen, Luftzellen, Lungenbläschen, Alveolen ($\frac{1}{6} - \frac{1}{18}$ '''), welche in den Hohlraum des Läppchens und von da in ein Bronchialästchen münden.



Lungenalveolen aus einer Kaninchenlunge; *a* durchscheinende Gefässe.

Der Lungenbau gleicht dem der traubenförmigen Drüsen. Die Luftröhre und die Bronchien (mit Ausnahme der feinsten) bestehen:

- 1) aus einer fibrösen Haut;
- 2) einer Schicht, welche zum Theil knorplig, zum Theil (an der Luftröhre hinten) muskulös (glatte Muskelfasern 0,03''' lang) ist;

3) einer Schleimhaut, deren Grundlage elastisches und Bindegewebe bilden. Sie enthält einfache traubenförmige Drüsen und ist mit einem Flimmerepithel belegt, dessen Cilien in der Richtung von Unten nach Oben, d. h. von den Lungen nach der Rachenhöhle hin flimmern.

Epithel der
Schleimhaut
der Lungen.

In den feinsten Bronchien findet sich Pflasterepithel; ob in den Alveolen überhaupt Epithel vorhanden ist, oder ob nicht die Kerne der Capillargefässe den Schein von Epithel hervorbringen, ist unentschieden. Von allen Häuten der Bronchien bleibt in den Alveolen nur noch eine einfache, wesentlich elastische Haut zurück.

Capillargefässe umgeben reichlich die Wände der Alveolen. Die Kerne, welche auf der Wandung der Capillargefässe vorhanden sind, werden innerhalb der Alveolen noch sichtbar.

§. 6. Wirkung des Luftdrucks und der Elasticität auf die Lungen.

Luftdichtes
Anliegen der
Lungen an den
Wandungen.

Die Lungenpleura liegt luftdicht an der innern Fläche der Rippen- und Zwerchfellpleura an. Die innere Fläche aller infundibula und der Bronchien steht durch die Luftröhre, den Kehlkopf, die Nasen- und Mundhöhle mit der äussern Luft in Verbindung. Die äussere Lungenfläche ist durch so feste Theile (Rippen, Intercostalmuskeln, die unterhalb des Zwerchfells liegenden Baucheingeweide) umgeben, dass sie dem Druck der äussern Luft hinlänglich Widerstand leisten kann und nicht von ihr zusammengedrückt wird. Die innere Lungenfläche steht daher unter dem äussern Luftdrucke, die äussere nicht; selbst in dem Ruhezustande bleibt daher die Lunge ausgedehnt. Sobald der Raum zwischen dem parietalen (Rippen und Zwerchfell umkleidenden) und dem visceralen (die Lungen umkleidenden) Blatte der pleura vergrössert wird, dehnt sich die Luft in den Lungen sogleich aus und die Lungen erweitern sich, indem sie sich bis zur 11. Rippe verbreiten, während sie im ruhigen Zustande nur bis zur 6.—7. Rippe reichen und nach Vorn wie ein Mantel über den Herzbeutel sich schlagen. Die Lungenluft ist verdünnt. Die umgebende atmosphärische (dichtere) Luft tritt daher augenblicklich in die Oeffnungen der Mund- und Nasenhöhle ein. Nur dann, wenn Mund- und Nasenhöhle verschlossen sind, oder wenn die Stimmritze nicht genug offen ist, oder wenn überhaupt ein Hinderniss dem raschen Eintritt der Luft entgegensteht, tritt ein merklicher Zeitraum ein, bis die Dichtigkeit der Lungenluft derjenigen der atmosphärischen gleich ist. Solange die Inspiration dauert, ist der Druck auf die Oberfläche des ganzen Respirationskanals und Thorax, also auf die äussere Fläche der Nasenwandung, des Kehlkopfs, der trachea vermehrt. Diese letztge-

Luftdruck bei
der Inspira-
tion.

nannten Theile leisten durch ihre knorplige Beschaffenheit, der Thorax durch die Festigkeit der ihn zusammensetzenden Theile Widerstand. Der Atmosphärendruck aufs Zwerchfell wird hingegen bei geöffneter Bauchhöhle und durch Wegschieben der Eingeweide von dem Zwerchfell beträchtlich vermehrt und dadurch das Athmen beschwerlicher und seltener.

Der Luftdruck wirkt natürlich nicht mehr auf die ^{Verhalten der Lungen bei Brustwunden.} innere Lungenfläche, wenn auch die äussere der atmosphärischen Luft ausgesetzt ist, wie dies bei Brustwunden geschieht. Die Lunge fällt nämlich sogleich zusammen, wenn durch einen Intercostalraum hindurch die Rippenpleura verletzt wird, oder sie zieht sich vielmehr vermöge ihrer Elasticität zusammen, nachdem der bisher obwaltende einseitige Druck aufgehoben ist und sowohl von Aussen als von Innen die Lungen mit der äussern Luft communiciren. Vermöge der Elasticität suchen die Lungen, nachdem sie ausgedehnt worden sind, auf ihr früheres Volumen zurückzukehren. Die Elasticität wirkt der die Lungen ausdehnenden Kraft (Luftdruck) entgegen. Die Lungen würden, wenn sie nicht elastisch wären, mehr ausgedehnt sein, als sie es wirklich sind; sie haben dadurch ein geringeres Volumen, die Dichtigkeit der in ihnen enthaltenen Luft hingegen ist im ruhigen Zustande der Dichtigkeit der äussern Luft gleich. Da indess der Luftdruck eine viel bedeutendere Kraft ausübt als die Elasticität, so wird diese überwunden; sie tritt aber sogleich in die Erscheinung, sobald der Luftdruck zu wirken aufhört, d. h. sich von zwei Seiten, der innern und äussern Lungenoberfläche, das Gleichgewicht hält. Dies ist der Fall, wenn die äussere Lungenfläche dem Luftdruck ausgesetzt ist, d. h. wenn Luft in die Brusthöhle gelangt.

§. 7. Einathmungsmuskeln.

Sie streben den luftleeren Raum zwischen pleura pulmonalis und parietalis zu vergrössern. Dieser Raum wird aber im Moment seines Entstehens durch die Lungen und resp. die Lungenluft ausgefüllt. Jeder Thoraxbewegung folgen die dicht anliegenden Lungen.

diaphragma. Die wichtigsten Einathmungsmuskeln sind folgende zwei: 1) Zwerchfell (Ansatzpunkte: 12. Brust-, 1., 2., 3. Lendenwirbel, proc. xiphoid. sterni, 7.—12. Rippe). Durch Verkürzung der muskulösen Theile wird es herabgezogen. Das gleichzeitige Heben der Rippen und die Baueingeweide verhindern, dass durch den Rippenheil des Zwerchfells die Rippen nicht nach Innen gezogen werden.

Während der Inspiration drängen sich die Eingeweide nach Vorn, der Bauch hebt sich.

intercostale s. 2) Muskeln für die Rippenbewegung. Der wesentliche Zweck der Rippenbewegung besteht darin, den Raum zwischen den Rippen und der Wirbelsäule zu vergrössern, namentlich an der vordern Brustfläche. Dies geschieht hauptsächlich durch eine Drehung der Rippen, welche in dem Drehgelenk zwischen dem Rippenköpfchen und der Wirbelsäule erfolgt. Jede folgende Rippe steht im ruhenden Zustande weiter von der Wirbelsäule ab als die vorhergehende. Wenn nun eine jede Rippe so gedreht wird, dass ihr oberes Ende gegen das untere Ende des darüber liegenden angezogen wird, so entfernt sich das untere Ende derselben von der Wirbelsäule und der betreffende Rippenbogen wird grösser. — Bei der Rippenhebung kommen die vorher gesenkten Rippen in eine mehr horizontale Richtung. — Die Entfernung der Rippen von der Wirbelsäule geschieht aber nicht allein durch die Drehung und Hebung der Rippen, sondern auch dadurch, dass diese an eine höhere Stelle der Wirbelsäule angezogen werden. —

Zur Drehung der Rippen dienen die *m. intercostales externi* (welche nur bis zu den Rippenknorpeln gehen und in der Richtung von der Wirbelsäule gegen das Brustbein verlaufen) und derjenige Theil der *intercostales interni*, welcher zwischen dem Rippenknorpel liegt (*m. intercartila ginei*). Beide heben auch die Rippen. Ob die zwischen dem *angulus* und den Rippenknorpeln liegenden *interni* auch zum Einathmen dienen, wird von Einigen bezweifelt, weil sie bei der Inspiration länger werden, jedoch mit Unrecht, indem das Längerwerden nur einer Vermehrung der Widerstände gleich zu achten ist. Directe Beobachtungen weisen die *intercostales interni* als Inspirationsmuskeln nach. Die Rippen werden durch die *m. scaleni* und den *m. serratus posticus superior*, sowie die *levator costarum* an die Wirbelsäule angezogen. Bei angestrongterem Athemholen wirken die Strecker der Wirbelsäule, die *m. sternocleidomastoideus*, *pectoralis major*, *serratus anticus major*, *serratus posticus inferior*, vielleicht der *latissimus dorsi* mit.

*m. scaleni,
serrati, pec-
tor. maj., ster-
nocleidomast.*

Während des Ein- und Austretens der Luft in die Lungen und aus denselben hört man mit dem auf den Thorax gelegten Ohre oder dem Hörrohre das Athmungsgeräusch.

*Athmungs-
geräusch.*

§. 8. Veränderung des Respirationskanals selbst bei der Inspiration.

Der Gaumen hebt sich; die Stimmritze steht offen; Kehlkopf und Zungenbein steigen abwärts; bei angestrongtem Athmen werden die Nasenlöcher, selbst der Mund erweitert, die Zunge auf den Boden der Mundhöhle gelegt.

§. 9. Expiration.

Sie ist wesentlich Folge der Elasticität
a) der Lungen,

*Expirations-
erscheinun-
gen.*

b) der Einathmungsmuskeln,

c) der Rippen und des Brustbeins.

Zur verstärkten Wirkung tragen bei: die Bauchmuskeln (rectus, obliq. extern., intern., transvers., quadratus lumborum); der triangularis sterni.

Das Gaumensegel senkt sich, Kehlkopf und Zungenbein steigen aufwärts; die Stimmritze verengt sich. Wahrscheinlich ziehen sich die Muskeln in der trachea und den Bronchien zusammen.

§. 10. Wirkung der Einathmung.

Verdünnung der Lungenluft. Druck auf die Oberfläche des ganzen, mit verdünnter Luft erfüllten Kanals. Druck auf die leicht compressiblen Hautvenen. Verminderter Druck der in den Lungen befindlichen verdünnten Luft auf die äussere Herzfläche, daher vermehrter Druck auf die innere Herzfläche.

§. 11. Wirkung der Ausathmung.

Verdichtung der Lungenluft. Stärkerer Druck von Innen nach Aussen. Der Druck auf das Zwerchfell wird ausgeglichen durch den Gegendruck der Unterleibseingeweide und der Darmgase. Die äussere Herzfläche wird comprimirt, die Herzhöhle kleiner; das Venenblut kann weniger gut zum Herzen laufen.

§. 12. Brustathmen. Bauchathmen.

Das Brustathmen geschieht unter grösserer Wirkung der scaleni und intercostales, jedoch nie ohne beträchtliche Mitwirkung des Zwerchfells. Es ist Kindern und Frauen besonders eigen. Bei dem Bauchathmen sind intercostales und scaleni minder thätig.

§. 13. Messungen des Lungenvolumens und der Lungenelasticität.

Ersteres geschieht durch das Spirometer. Die Luft-^{Spirometer.}menge, welche man nach tiefem Einathmen durch eine starke Expiration entleert, wird vitale Capacität genannt. Sie beträgt bei Erwachsenen zwischen 3 und 4000 C. C. und vermehrt sich im Allgemeinen mit zunehmender Körperlänge.

Den Ein- und Ausathmungsdruck misst man durch ein graduirtes, mit Quecksilber gefülltes Manometer.^{Ein- und Ausathmungsdruck.} Beim gewöhnlichen ruhigen Athmen fällt die Säule beim Einathmen mehr, als sie beim Ausathmen steigt; beim tiefen Athmen ist es umgekehrt. Einathmungsdruck durch ein Nasenloch ungefähr 57 Millim.; Ausathmungsdruck 85 Millim.

Die Elasticität wird gemessen bei Leichen mit gesunden Lungen, denen man ein Manometer in die Luftröhre einbindet und dann die Brusthöhle öffnet.

Das Quecksilber steigt 2—6 Millim. und bei vorher aufgeblasenen Lungen 30 Millim.

§. 14. Frequenz der Athemzüge.

Sie beträgt im Mittel
bei Neugeborenen in der Minute 44 mal
im Alter von 1—5 Jahren 26 »
» » » 15—20 » 20 »
im mittlern Lebensalter 14—16 »
Stehen, Gehen, kurz alle Bewegungen, sowie Gemüths-
aufregungen beschleunigen die Frequenz in der Regel.
Die Intensität der Bewegung, d. h. die Tiefe des Athem-
holens, steht im Allgemeinen im umgekehrten, sowie
das Bedürfniss nach erneuter Luft in geradem Verhält-
niss zur Frequenz.

§. 15. Nerveneinfluss.

Verlängertes
Mark.

Das nervöse Centralorgan der Athembewegung ist das verlängerte Mark in der Gegend des calamus scriptorius. Verletzung desselben auf beiden Seiten hebt das Athmen für immer auf. Der abgeschnittene Kopf, an welchem das verlängerte Mark noch vorhanden ist, athmet noch eine Zeit lang weiter, selbst unter Wasser. Nach Wegnahme des Gehirns hört das Athmen nicht auf. Die Nerven für die einzelnen Athemmuskeln können durchschnitten werden, ohne dass die Bewegungen der andern Athemmuskeln aufgehoben werden.

Die Nerven für
 das Zwerchfell sind nervi phrenici,
 die intercostales » nervi intercostales,
 scaleni » die Cervicalnerven,
 Gesichtsmuskeln » die nervi faciales,
 Stimmritze » die nervi recurrentes,
 Bauchmuskeln » die nervi dorsales VII—XII.

n. vagus.

Nervus vagus. Nach Durchschneidung desselben auf beiden Seiten entsteht alsbald Abnahme der Frequenz der Athemzüge, viel tieferes Einathmen, Hervorstrecken des Kopfes, Verengerung der Stimmritze und in Folge des seltenern Athmens venöse Färbung des Blutes. Stets tritt der Tod ein. Die Lungen findet man geröthet, mit Exsudat erfüllt, zuweilen emphysematös.

Die Ursache der Erscheinungen ist noch nicht vollkommen aufgeklärt. Wegen der Raschheit des Auftretens derselben muss man vermuthen, dass sie zunächst von den Gefühlsnerven vermittelt werden.

Wird ein nervus vagus durchschnitten und das mit dem verlängerten Marke zusammenhängende Ende gereizt, so steht das Athmen still. Wenn die Reizung stark ist, ist der Stillstand in der Expiration, wenn die Reizung schwach ist, ist die Inspiration noch vor-

handen, aber mit geringerer Intensität. Werden nach Durchschneidung beider vagi die obern Enden gereizt, so wird das seltene Athmen häufiger. (S. Nervenphysiologie.)

Nach Durchschneidung beider phrenici sterben meistens die Thiere, jedoch nicht immer.

Druck auf die Hemisphären des grossen Gehirns vermindert das Athemholen.

§. 16. Uebergang der Gase aus den Lungen in das Blut und aus dem Blut in die Lungen. Diffusion.

Der Uebergang von zwei verschiedenen Gasarten Diffusion. aus einem Raum in einen andern, welcher von jenem durch eine poröse Substanz, z. B. Gips oder eine Membran, getrennt ist, wird Diffusion der Gase genannt. Jedes Gas breitet sich gleichförmig durch einen jeden der beiden Räume aus, sodass in jedem nach einiger Zeit eine gleich grosse Menge davon enthalten ist. Wenn man zwei Glasgefässe, von denen das eine mit O, das andere mit CO₂ gefüllt ist, durch eine Röhre mit einander in Verbindung setzt, so findet man nach einiger Zeit in einem jeden Gefässe eine jede dieser Gasarten. Es versteht sich von selbst, dass, wenn zwei Gase in demselben Raum sich befinden, und zwar so, dass die eine Gasart an dem einen, die andere an dem andern Ende eingetreten ist, die Verbreitung beider in dem Gesammtraum stattfindet. In den Lungen wird sich daher die darin befindliche atmosphärische Luft sowie die CO₂ allmähig überall verbreiten, und wenn die Respirationswege verschlossen sind, so wird alsbald die Verbreitung eine gleichmässige sein. Die Geschwindigkeit, womit die Gase sich vermischen oder durch eine Scheidewand hindurchziehen, ist jedoch nicht gleich, sondern es hängt dieses von der Dichtigkeit der Gasarten ab. Es verhalten sich nach Graham die Ge-

schwindigkeiten umgekehrt, wie die Quadratwurzeln aus den Dichtigkeiten. So entweicht z. B. H, welches 14,5 mal leichter als atmosphärische Luft ist, $\sqrt{14,5} = 3,83$ mal leichter als atmosphärische Luft.

Wenn Gase von einer Flüssigkeit, welche Gase in sich enthält, durch eine Scheidewand getrennt sind, so hängt der Uebertritt von der Dichtigkeit der Gase ab. Eine Flüssigkeit absorbirt um so viel mehr Gas, je stärker der Druck ist, welchen das auf ihr befindliche Gas ausübt. Wenn also z. B. ein Gefäss zur Hälfte mit CO₂ haltigem Wasser gefüllt ist und wohl verstopft wird, so ist die Dichtigkeit der CO₂ in der Luft, welche über dem Wasser steht, ausserordentlich viel geringer als die der CO₂ im Wasser, denn die Luft enthält nur 0,04 % CO₂. Dagegen nimmt 1 Vol. Wasser 1 Vol. CO₂ in sich auf; die dichtere CO₂ wird also in den Luftraum entweichen, man sieht Blasen aufsteigen. Sobald aber die CO₂ im Wasser dadurch so abgenommen hat, dass in einem gleich grossen Luftraume eine grössere Menge von CO₂ enthalten ist, so entweicht keine Blase mehr, weil eben der Druck der CO₂ im Luftraume grösser geworden ist.

Da durch das Ausathmen die Lungen von einem Theile ihrer CO₂ haltigen Luft befreit werden, so entleert sich die CO₂, welche in dem Blute enthalten ist, beständig gegen die Lungen hin durch die Scheidewand der Capillargefässe und Alveolen. Wenn es möglich wäre, den Athem auf eine längere Zeit zurückzuhalten, so würde aus dem Blute endlich gar keine CO₂ mehr entweichen können. Dies würde eintreten, wenn die Dichtigkeit der CO₂ in den Lungen grösser wäre als die in dem Blute. Wenn ein Thier unter die Glocke einer Luftpumpe gesetzt und die Luft sehr verdünnt wird, so gibt das Blut das in ihm enthaltene Gas ab, welches zum Theil durch die Gefässwandung hindurchtritt, zum Theil in den Gefässen bleibt, dadurch mecha-

nisch die Blutcirculation stört und Veranlassung zum Tode werden kann.

Das Blut verschluckt im Ganzen nur wenig O, weil die grösste Menge desselben eine chemische Verbindung mit dem Blute eingeht. Da nun beständig den Lungen neuer O zugeführt wird, so ist die Dichtigkeit des O in den Lungen grösser als im Blute, und er dringt daher ins Blut ein.

Durch die Wände der Capillargefässe dringt der im Blute befindliche O durch und geht in den Geweben neue Verbindungen rasch ein; deshalb ist die Dichtigkeit des O ausserhalb der Gefässe geringer als innerhalb derselben, und es ist ein Streben vorhanden, dass der O beständig in die Gewebe eindringe.

Weil die vorzüglichste Verbindung des O die mit C ist, so entsteht an der Aussenwand der Gefässe beständig CO_2 , und je lebhafter die Ernährung vor sich geht, desto grösser die Menge. Es wird daher in der Regel die Dichtigkeit der CO_2 ausserhalb der Capillargefässe grösser sein als die Dichtigkeit der CO_2 im Blute. Die Strömung ist daher gegen das Blut gerichtet. Unmittelbar nach der Inspiration ist die Diffusion am stärksten und nimmt allmählig wieder ab, weil nämlich die CO_2 nach deren Entleerung aus den Lungen die geringste Dichtigkeit besitzt, welche allmählig zunimmt. Dasselbe gilt vom O, dessen Dichtigkeit in der Lungenluft nach der Inspiration natürlich am stärksten ist und deshalb rascher in das Blut übergehen kann als nachher. Dieses ergeben die Versuche bei zurückgehaltenem Athem und in einer nicht erneuten Luft.

§. 17. Quantitative Bestimmung der ein- und ausgeathmeten Gase.

100 Vol. atmosphärische Luft enthalten 79,15 N, Bestandtheile der Luft.
20,81 O, 0,041 CO_2 und eine verschiedene Menge von

Wassergas. Dem Gewichte nach besteht die atmosphärische Luft aus 23,01 O, 76,99 N. Die ausgeathmete Luft besteht dem Volumen nach im Mittel aus 16 % O, aus 4,33 % CO₂ und fast derselben Menge von N, welche eingeathmet wurde.

Kohlensäure.

Entleerung
von CO₂.

In 24 Stunden werden ungefähr 1½ Pfd. CO₂, etwa 500 Liter (500000 C. C.), entleert; die eingenommene Menge O beträgt $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$ weniger, als in der ausgeathmeten CO₂ enthalten ist, woraus hervorgeht, dass ein Theil des O zu andern Verbindungen benutzt wird. Durch die CO₂ werden ungefähr 12½ Loth C aus dem Körper in 24 Stunden entleert. Berechnet man die ausgeathmete CO₂ aufs Körpergewicht, so ergibt sich, dass 100 Pfd. Körpergewicht eines Erwachsenen um $\frac{1}{3}$ weniger CO₂ entleeren als ein gleich grosses Körpergewicht bei einem Kinde. Durch verschiedene Verhältnisse verändert sich die Menge der ausgeleerten CO₂; sie ist relativ mehr bei Kindern als Erwachsenen; sie nimmt zur Zeit des Eintritts der Pubertät ab und nach dem Aufhören der Menstruation wieder zu; sie vermehrt sich nach jeder Bewegung; vermindert sich in der Ruhe, während des Schlafes, sowie bei winterschlafenden Thieren; wird geringer bei Mangel an Nahrung, nach dem Genusse von Spirituosen und bei höherer Lufttemperatur. Bei starkem künstlichem Luftdruck nimmt sie zu, ebenso bei häufiger Wiederholung des Athmens, bei grösserer Feuchtigkeit der Luft und endlich auch im Sonnenlicht (bei hellem Tage). Ihre quantitative Veränderung lässt sich auf zweierlei Ursachen zurückführen:

1) Sie hängt ab von der grössern oder geringern Menge von CO₂ im Blute;

2) von der grössern oder geringern Ansammlung derselben in den Lungen. Die CO₂ im Blute vermehrt

sich durch alle Ursachen, welche den Stoffwechsel steigern; daher z. B. im Wachsthum, bei Bewegung u. s. w.; ferner bei häufigerem Athemholen, weil mehr CO_2 in die Lungen ausströmt, daher die im Blute vorhandene CO_2 an Dichtigkeit abnimmt und deshalb mehr in die Capillargefäße einzudringen vermag.

Wenn der Athem zurückgehalten wird, was ungefähr 100 Secunden lang möglich ist, so vermehrt sich die CO_2 um mehr als das Doppelte.

§. 18. Athmen in einem abgesperrten Raume.

Wenn die Luft nicht erneuert wird, so entstehen dadurch zweierlei Folgen. Der Sauerstoff kann nicht hinzutreten und CO_2 aus dem Körper nicht entfernt werden. Der Sauerstoff ist die wesentliche Kraftquelle Wirkung des O. des Organismus; ohne seinen Zutritt verliert das Rückenmark seine Fähigkeit, zu fühlen und Bewegung anzuregen, das Gehirn, von psychischen Erregungen afficirt zu werden und zu empfinden u. s. w. Die CO_2 erregt Wirkung der CO_2 . das Nervensystem, wenn es in geringem Masse ihm zugeführt wird, in grösserer Menge lähmt sie dasselbe. Dieser negative und positive Factor zusammen genommen bringen den Tod hervor, gleichviel, ob beide schädliche Potenzen gleich sehr zunehmen, oder ob nur die eine stark anwächst. Es kommt aber dabei nicht auf die absolute Menge an, sondern darauf, dass die Strömung der CO_2 von Innen nach Aussen, d. h. von den Gewebstheilen nach dem Blute und den Lungen, die des Sauerstoffs umgekehrt von den Lungen nach dem Blute und den Gewebstheilen möglichst ungehindert und rasch von statten geht, wenn ihr nachtheiliger Einfluss nicht eintreten soll. Man kann daher Thieren CO_2 unter die Haut und ins Blut injiciren, ohne dass der Tod erfolgt, wenn die Bereitung der CO_2 in den Gewebstheilen zu-

Athmen im
abgesperrten
Raume.

gleich so ausgiebig ist, dass deren Dichtigkeit grösser wird als die Dichtigkeit derselben im Blute, und wenn aus den Lungen die kohlensäurehaltige Luft möglichst rasch entleert wird und die Dichtigkeit der CO_2 in den Lungen einen möglichst geringen Grad hat. — Ferner hat man beobachtet, dass Vögel, unter einer Glocke von der äussern Luft abgesperrt, bei einem allmählig verminderten Sauerstoff- und allmählig vermehrten CO_2 -Quantum länger lebten, als wenn ein dieser unzulänglichen Luft vorher nicht ausgesetzter Vogel nun auf einmal in dieselbe gebracht wurde. Hier fiel er sogleich um. Ohne Zweifel ist in dem Blute eines vorher unter normalen Verhältnissen lebenden Vogels mehr O enthalten als in dem Blute des eingesperrten. Die Dichtigkeit des O in den Lungen aus einer schon lange zum Athmen gebrauchten Luft ist gering, wird deshalb in das sauerstoffreiche Blut des gesunden Vogels nicht eindringen und daher der Tod rasch erfolgen, während das Verhältniss bei dem sauerstoffarmen Blute des andern Vogels ein anderes ist.

Anfangs athmen Thiere im abgeschlossenen Raume ruhig, nach einiger Zeit treten Convulsionen ein, das Athmen wird mühsam, beschleunigt, dann wird dasselbe langsamer und es tritt der Tod ein. War der Athmungsraum klein, z. B. nur 125 C. C., so blieben schliesslich im Mittel von 12 Versuchen nur 2,67 % O, aber 9,72 % CO_2 ; war der Athmungsraum 750 C. C., so betrug im Mittel aus 6 Versuchen O 4,35 % und CO_2 10,3 %. Im Blute kann bei kleinem Athmungsraum das ganze O schwinden. — Die Luftmenge nimmt immer ab, hauptsächlich weil mehr O in den Körper gebracht wird, als in der CO_2 enthalten ist. — Athmet ein Thier in reinem O, so verschwindet der grösste Theil der Luft, weil die immer dichter werdende CO_2 der Lunge ins Blut übergeht.

§. 19. Stickstoff.

Beim Ausathmen wird eine sehr geringe, noch nicht 1 % des verzehrten O betragende Menge von N entleert. Hungernde Thiere absorbiren jedoch kleine Mengen.

§. 20. Wassergas.

Die eingeathmete atmosphärische Luft ist in der Regel nicht mit Wasser gesättigt; sie nimmt vielmehr in den Lungen davon auf, und die ausgeathmete Luft enthält stets eine bestimmte Menge von Wassergas. Man rechnet, dass täglich im Mittel von einem Menschen 1 Pfd. entleert wird.

§. 21. Ammoniak und organische Substanzen.

Die geringe Menge von NH_3 in der ausgeathmeten Luft ist gewöhnlich nicht grösser als die der eingeathmeten. Dass organische Substanzen in der ausgeathmeten Luft enthalten sind, ergibt sich daraus, weil Schwefelsäure, in welche ausgeathmete Luft gebracht wird, dunkel wird.

§. 22. Temperatur der ausgeathmeten Luft.

In der Regel ist die ausgeathmete Luft nur um einige Grad kälter, wenn die Lufttemperatur mehrere Grad unter Null steht; sonst findet aber nur ein geringer Unterschied zwischen der Temperatur der ausgeathmeten Luft und der Körperwärme statt.

§. 23. Bestimmung der Kohlensäure.

Alle Methoden, die CO_2 der ausgeathmeten Luft zu bestimmen, erfordern:

Bestimmung
der CO_2 .

1) dass die gesammte ausgeathmete Luft der Bestimmung unterworfen werden kann, dass also dieselbe beständig abfließt und frische Luft zufließt. Dies erreicht man durch einen Saugapparat, Aspirator genannt, durch welchen beständig aus dem Athmungsraume die ausgeathmete Luft aufgesogen wird.

2) Dass das Wassergas und die organischen Substanzen entfernt werden. Dies geschieht dadurch, dass man die ausgeathmete Luft durch Schwefelsäure hindurchleitet.

3) Dass die CO_2 dem Gewichte nach (durch die Wage oder eine Titrimethode) bestimmt werde. Dies geschieht dadurch, dass man eine mit Kali, Natron, Kalk oder Baryt (bald in ungelöstem, bald in gelöstem Zustande) gefüllte Röhre genau abwägt, durch dieselbe die ausgeathmete, von Wasser und organischen Substanzen befreite Luft durchgehen lässt und sich überzeugt, dass die ganze Menge der CO_2 von diesen Basen aufgenommen worden ist, die durchgegangene Luft also frei von CO_2 ist. Das Uebergewicht der Röhre über das frühere Gewicht ergibt die Menge der CO_2 .

Volumen-
bestimmung.

Die Volumenbestimmung geschieht auf eine ähnliche Weise. Man athmet in einen mit concentrirter Kochsalzlösung oder Quecksilber gefüllten Glasballon von bekanntem Rauminhalt aus, während die Zahl der Athemzüge und die Dauer derselben bestimmt wird. Sodann lässt man einen Theil der ausgeathmeten Luft in eine graduirte, luftleer gemachte, mit einem Hahn versehene Glasröhre steigen, schraubt an diese ein kleines Gefäss mit Kalilösung an, öffnet den Hahn, vermischt diese innig mit der Luft, damit die CO_2 vollständig aufgenommen werde, schraubt dann dies Gefäss wieder ab, nachdem vorher der Hahn geschlossen war, taucht die Glasröhre in Wasser und beobachtet, wie hoch dieses in der geöffneten Röhre steigt. So viel beträgt das Volumen der CO_2 .

§. 24. Athmen in verschiedenen Gasarten.

Für die Dauer ist blos atmosphärische Luft athembar. Wenn der Gehalt des O in der atmosphärischen Luft nicht unter 10 % fällt, so entsteht keine sichtliche Einwirkung auf die Respiration. Jenseit dieser Grenze nimmt die Frequenz des Athmens ab, und der Tod erfolgt allmählig unter Athembeschwerden. Steigt die Sauerstoffmenge in der atmosphärischen Luft bedeutend oder wird allein in O geathmet, so entstehen fieberhafte Erscheinungen und wegen der bedeutend vermehrten Diffusion eine starke Zersetzung der organischen Bestandtheile.

Atmosphärische Luft athembar.

Bei Athmen in CO₂haltiger Luft erfolgt der Tod erst, wenn dieselbe 10—12 % enthält. Die üblen Folgen in Räumen, in welchen viele Menschen athmen, hängen zum grossen Theil von den organischen Substanzen, welche ausgeathmet werden, ab.

Tödlichkeit CO₂-haltiger Luft.

§. 25. Menge der Athmungsluft und der rückbleibenden Luft.

Im Mittel gehen mit jedem Athemzuge ungefähr 500 C. C. durch die Lungen; die Menge der trockenen ausgeathmeten Luft ist geringer als die Menge der eingeathmeten, hauptsächlich deshalb, weil mehr Sauerstoff eingeathmet wird, als sich in der expirirten CO₂ wiederfindet. Wegen der grössern Wärme und ihres Wasserdampfes hingegen nimmt sie ein grösseres Volumen ein als die inspirirte. Nach dem Ausathmen sowie auch nach dem Tode finden sich noch ungefähr 12—1600 C. C. in den Lungen eines Erwachsenen.

Menge der Athmungsluft.

Rückbleibende Luft.

§. 26. Hautathmen.

Die Menge der durch die Haut entleerten CO₂ beträgt noch nicht $\frac{1}{100}$ der durch die Lungen ausgeathmeten.

§. 27. Vergleichung der Luftmengen in der Atmosphäre, ausgeathmeten Luft und im Blute.

In 100 Volumtheilen sind enthalten:	Atmosphä- rische Luft.	Ausgeath- mete Luft.	Blutgase ungefähr:
Sauerstoff	20,81	16,033	30
Stickstoff	79,15	79,557	2
Kohlensäure	0,04	4,38	67

Zweiter Abschnitt.

V e r d a u u n g.

§. 1. Zweck.

Der wesentliche Zweck der Verdauung besteht darin, die Nahrungsmittel so vorzubereiten, dass sie ins Blut übergeführt werden können.

Zweck der Verdauung.

§. 2. Bedingungen, durch welche der Zweck erreicht wird.

1) Mechanische Zerkleinerung der festen Nahrungsmittel.

Erfordernisse zur Verdauung.

2) Auflösung derjenigen, welche durch Verdauungsflüssigkeiten aufgelöst werden können.

3) Die unauflöslichen Fette so zu zertheilen, dass dieselben durch gewisse feine Oeffnungen hindurchgehen können.

4) Die nicht aufnehmbaren Substanzen der Nahrungsmittel aus dem Körper zu entfernen.

5) Die Fortbewegung der verdaulichen und unverdaulichen Stoffe bis zu dem für sie bestimmten Orte.

Erstes Kapitel.

Nahrungsmittel.

§. 3. Eintheilung.

Sie zerfallen in stickstoffhaltige, stickstofflose und unorganische. Zu den stickstoffhaltigen gehören die Protein- und leimgebenden Substanzen, zu den stickstofflosen die stärke- und zuckerhaltigen (Kohlehydrate) und Fette.

§. 4. Proteinsubstanzen.

Die wichtigsten sind: Albumin, Muskelfibrin (Syntonin), Fibrin des Blutes, Casein.

Elementarzusammensetzung.

	E	H	N	O	S
Albumin	53,5	7,0	15,5	22,0	2,0
Fibrin des Blutes	52,7	6,9	16,6	21,8	1,2
Syntonin	54,06	7,2	16,0	21,5	1,1
Casein	53,83	7,15	15,65	23,35	

Im Allgemeinen beträgt der Stickstoffgehalt 15 %.

Albumin.

Reactionen des ungeronnenen: Es coagulirt durch Hitze von 65—90 ° C., durch Salpetersäure und die übrigen Mineralsäuren, nicht durch Phosphorsäure und Essigsäure, wohl aber durch Essigsäure mit Kaliumeisencyanür, sowie durch Gerbsäure und Sublimat; die Coagulation durch Erhitzen wird verhindert durch Zusatz von Säure. Hühnereiweiss gelatinirt durch concentrirte Kalilauge; wird diese Masse mit destillirtem Wasser lange ausgewaschen und der feste Rückstand in lauem Wasser gelöst, so hat diese Lösung die Eigenschaft von Casein. Das geronnene Eiweiss löst sich durch Kali, wird durch Salpetersäure gelb, durch Mil-

lon'sche Flüssigkeit (1 Th. Quecksilber, 1 Salpetersäure mit salpetriger Säure und $4\frac{1}{2}$ Th. Wasser) roth, wie alle Proteinkörper und leimgebenden Substanzen.

Fibrin.

Gerinnt bei jeder Temperatur. Das Muskelfibrin wird durch Zusatz von salzsäurehaltigem Wasser (1 pro Mille) gelöst.

Casein.

Gerinnt nicht durch Hitze, bildet vielmehr eine Haut; gerinnt durch Essigsäure und Lab des Magens.

§. 5. Leimgebende Substanzen.

Zu ihnen gehören die organischen Theile der Knochen, Bindegewebe, Sehnen, welche gekocht den Knochenleim oder das Glutin geben, ferner die bleibenden Knorpel, welche gekocht Knorpelleim oder Chondrin geben. Das charakteristische Kennzeichen des Leims ist sein flüssiger Zustand in der Wärme und sein Gelatiniren bei dem Erkalten. Das Glutin wird weder von anorganischen noch organischen Säuren gefällt, nur Gerbsäure macht eine Ausnahme; auch Sublimat bringt einen Niederschlag hervor. Das Chondrin wird durch Essigsäure und Alaunlösung, nicht durch Sublimat gefällt.

Glutin. Chondrin.

§. 6. Kohlehydrate.

	C	H	O	Formel.		
	C	H	O	C	H	O
Stärke	44,44	6,17	49,38	12	10	10
Traubenzucker	36,36	7,07	56,56	12	12	12
Milchzucker .	40	6,66	53,33	12	10	10 + HO
Rohrzucker .	42,10	6,43	51,46	12	11	11

Stärke.

Sie ist fast unlöslich in Wasser, wird durch Jod blau gefärbt, durch mineralische Säuren und Diastase in Dextrin und Traubenzucker umgewandelt. Die Stärkemehlkörner zeigen unter dem Mikroskope concentrische Schichten. — Durch Kochen wird Stärke in Kleister verwandelt. — Die grössten Stärkemehlkörner hat die Kartoffel = 0,185 mm; Weizen 0,05, Erbsen 0,067.

Zucker.

	Löslichkeit.	Dreht die Polarisationsebene des Lichtes	
Rohrzucker	$\frac{1}{3}$ kaltes Wasser	nach Rechts	Reducirt nicht Kupferoxydsalze.
Traubenzucker	$1\frac{1}{3}$ kaltes Wasser	nach Rechts weniger als Rohrzucker	Reducirt Kupferoxydsalze.
Milchzucker	5—6	nach Rechts weniger als Traubenzucker.	Reducirt Kupferoxydsalze.

§. 7. Fette.

Sie sind leicht schmelzbar, brennbar, unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol und Aether, machen Fettflecke in Papier, sind leichter als Wasser, durchschnittlich von einem spec. Gew. von 0,9.

Es gibt flüssige Fette (Oele), halbfeste (Butter, Schmalz) und feste (Talg).

Sie sind zusammengesetzt aus einem Alkohol, als Base, nämlich dem Glycerin, und einer Fettsäure, namentlich Stearin-, Palmitin-, Oleïnsäure, wovon 3 Aequivalente auf 1 Glycerin kommen.

Die Fette sind reich an C. So sind z. B. in 100 Theilen Olein enthalten: C 77,3, H 11,7, O 10,8. — In 4 Pfd. Fett ist nahezu so viel Kohlenstoff wie in 7 Pfd. Stärkemehl.

§. 8. Verhältniss der stickstoffhaltigen Nahrungsmittel zu den stickstofflosen.

Das zur Erhaltung nothwendige Verhältniss zwischen Proteinsubstanzen und stickstofflosen Substanzen lernt man kennen:

- 1) aus der Mischung des Eidotters, weil daraus alle Körpertheile eines Vogels sich bilden;
- 2) aus der Frauenmilch, weil davon ein Kind sich vollkommen erhält und wächst;
- 3) aus Beobachtung gesunder Menschen.

Im Eidotter ist das Verhältniss zwischen Proteinsubstanzen (Vitellin) und Fett ungefähr = 4 : 7; in der Frauenmilch zwischen Proteinsubstanzen (Casein), Fett und Kohlehydraten (Milchzucker) = 4 : 3 : 4,72, und wenn man den Zucker nach seinem Kohlengehalt (40) auf Fett (77,3 C) reducirt, so ist das Verhältniss = 4 : 3 + 9, = 4 : 12. Die Nahrung gesunder erwachsener Menschen beträgt ungefähr

100—140 Grm. eiweissartige Stoffe,

380—440 „ stickstofflose Nahrung.

Von letzterer ist das Verhältniss von Fett zu Kohlehydraten meistens = 1 : 4,5, d. h. es werden ungefähr 4,5 mal soviel Kohlehydrate als Fett verzehrt. — Reducirt man hier gleichfalls die letztern auf Fett, so stellt sich das Verhältniss von Proteinsubstanzen zu Fett = 100 : 236 — 285 = 4 : 9 — 12, oder bei starker Fleischnahrung = 4 : 6,72 — 8.

Aus diesen Angaben folgt, dass das Verhältniss der stickstoffhaltigen Nahrungsmittel zu Fett sich zeigt

im Dotter. = 1 : 1,75,

in der Muttermilch = 1 : 1,3,

in der Nahrung bei Erwachsenen = 1 : 2.

Wenn aus dem Dotter das Hühnchen entsteht, so findet blos Umwandlung, aber kein Wachsthum statt, da das Gewicht des Dotters und des Hühnchens gleich ist; auch ist die Wärmeerzeugung gering, da der bei weitem grösste Theil von Wärme von Aussen kommt. Beim Kinde ist Umwandlung der Nahrungsstoffe in Körpertheile, Wachsthum und Wärmebildung nothwendig. Beim Erwachsenen ist das Wachsthum gering, die Umwandlung der Stoffe und die Wärmeerzeugung wegen des grössern Körpergewichts absolut grösser; dazu kommt noch die grössere Menge mechanischer Arbeit.

§. 9. Mengenverhältniss der Proteinstoffe, der leimgebenden Substanzen, der Fette, Kohlehydrate und Salze in den wichtigsten Nahrungsmitteln.

In 1000	Fleisch von Säugethiere.	Vogelfleisch.	Fischfleisch.	Milch.	Käse.	Eier.	Kartoffeln.	Getreide.	Legumin.	Brod.
Wasser . . .	728	729	740	861	368	735	727	110—140	113—160	430
Proteinstoffe	174	202	137	39	334	194	13—17	107—135	220—264	45
Leimgebende Stoffe . . .	32	14	43	—	—	—	—	—	—	—
Fett	37	19	46	49	242	116	—	18—26	16—24	8
Kohlehydrate . . .	—	—	—	43	—	—	237	615—696	542—581	516
Salze	11	13	15	6	54	10	10	14—26	16—25	—

Alle diese Zahlen sind nur annähernd und in runden Zahlen.

Ungefähr ist das Verhältniss von stickstoffhaltigen zu stickstofflosen Substanzen, welches, wenn es Kohlehydrate sind, wie 1 : 4 sein sollte, in Kartoffeln wie

1:9 — 1:17; in den Getreidearten wie 1:5; in den Leguminosen wie 1:2 — 3.

§. 10. Aschenbestandtheile.

In 100 Theilen Asche enthalten:

Phosphorsäure über 40 % Fleisch, Roggen und Weizen;

» » 30 % Erbsen, Linsen;

» nahe 30 % Milch;

» » 20 % Kohl, Spargel.

» 12 % Kartoffel.

Eisenoxyd über 1 % in Weizen;

» » » » Erbsen;

» » » » Linsen;

» » » » Gerste;

» » » » Fleisch;

» nahe an $\frac{1}{2}$ % in Milch;

» fehlt in Kartoffeln;

» über 2 % in Kohl.

» » » » Spargel.

Die Kuhmilch enthält folgende Salze in 100 Theilen Asche:

23,46 Kali,

6,99 Natron,

2,20 Magnesia,

17,34 Kalk,

4,74 Chlornatrium,

0,47 Eisenoxyd,

28,04 Phosphorsäure,

0,05 Schwefelsäure,

0,06 Kieselerde,

2,50 Kohlensäure.

§. 11. Nahrungsmenge.

Ein erwachsener Mensch genießt im Mittel, wenn auf 1 Proteinsubstanz 4 — 6 stickstofflose kommen, 5

— 8 Pfd. täglich, worin 4 — 6 Pfd. Wasser enthalten sind.

Man nimmt an, dass ein arbeitender Mann in 1000 Theilen Nahrung, wenn sie vollständig ausreichen soll, erhalten muss an

Albuminaten	37,70,
Fett	24,36,
Kohlehydraten	117,17,
Salzen	8,70,
Wasser	812,07.

Zweites Kapitel.

Speichel.

§. 12. Mundflüssigkeit.

Mundflüssig-
keit.

Der Speichel ist ein Theil der Mundflüssigkeit. Diese besteht:

- 1) aus der Absonderung der Schleimdrüsen der Mundhöhle und der Zunge;
- 2) aus den plattenförmigen, mehrschichtigen Epithelien dieser Theile;
- 3) den sogenannten Speichelkörperchen ($\frac{1}{200}$ ''');
- 4) dem Speichel.

Sie reagirt in der Nüchternheit neutral oder sauer, nach dem Genuss von Speisen alkalisch. Die Alkalescenz rührt vom Zufluss des Speichels her.

1) Schleim.

Mucin.

Die wesentliche Substanz des Schleims ist Mucin (mit ungefähr 12,5 N); er hat eine zähe, fadenziehende Consistenz, wird durch Kochen nicht getrübt, wohl aber durch Essigsäure und Mineralsäuren; durch jene entsteht ein unlöslicher, durch diese ein im Ueberschuss löslicher Niederschlag.

2) Epithelien.

Meist $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{75}$ par. Lin. grosse Zellen, 1 oder 2 Kerne, 1 Kernkörperchen, wie sehr kleine Körnchen enthaltend. (Durch Karmin färben sich die Kerne.)

3) Speichelkörperchen.

Sie sind cirkelrund, $\frac{1}{200}$ ''' gross, enthalten 1 oder 2 Kerne mit Kernkörperchen und körnige Substanz. Ob eine Hülle vorhanden, ist nicht sicher festgestellt. Die Körnchen sollen moleculare Bewegung haben, welche durch Kochsalz, Harnstoff, Cyankalium und den elektrischen Strom aufgehoben wird. Man erhält sie besonders zahlreich vom Boden der Mundhöhle.

4) Speichel.

Er ist eine klare Flüssigkeit, enthält selten Körnchen, wird aus Speichelfisteln gewonnen oder bei der Submaxillar- und Sublingualdrüse durch Druck auf die Oeffnung der Ausführungsgänge, welche sich neben dem frenulum linguae befinden.

§. 13. Chemische Bestandtheile der Mundflüssigkeit.

Wasser 99,5.

Extractivstoff 0,13 (Ptyalin, besonders dem Parotidenspeichel zukommend, unlöslich in Alkohol).

Schleim und Epithel 0,16.

Rhodankalium 0,006.

Chloralkalien 0,08.

Phosphorsaures Natron 0,09.

Kleine Mengen von Kalk und Bittererde, an organische Materie gebunden.

Durch den Gehalt an Rhodankalium (Schwefelcyankalium) röthet sich der Speichel nach Zusatz von salzsaurem Eisenoxyd.

§. 14. Wirkung der Mundflüssigkeit.

Diastatische
Wirkung des
Mundspei-
chels.

Die Mundflüssigkeit (aber auch der Speichel für sich) befeuchtet die trockenen Speisen, löst die löslichen Substanzen auf, bringt eine gewisse Menge von Luft, die sich mit ihr mischt, in den Magen, besonders aber verwandelt sie Stärke in Traubenzucker. Man vermenge in einem Reagensgläschen Kleister mit Mundflüssigkeit, bringe wenige Tropfen von schwefelsaurer Kupferoxydlösung und etwa zehn mal soviel liquor Kali caustici hinzu und erhitze bis zum Kochen. Die blaue Flüssigkeit wird gelb oder braun, und es legt sich nach einiger Zeit ein Niederschlag von dieser Färbung zu Boden. Traubenzucker reducirt nämlich die Kupferoxydsalze bei Zusatz von Kali und es entsteht Kupferoxydul, welches ausgeschieden wird.

3 C. C. Mundflüssigkeit verwandeln $\frac{1}{2}$ Milligramm Kleister in $\frac{1}{4}$ Minute schon in Traubenzucker, und Jod bringt nach dieser Zeit keine Färbung mehr hervor. — Ein mässiger Frost, nicht lange anhaltendes Kochen, Zusatz von einer geringen Quantität Salzsäure heben das Saccharificationsvermögen nicht auf. Der Speichel und selbst der Auszug der Speicheldrüsen haben dieselbe Wirkung wie die Mundflüssigkeit.

§. 15. Verschiedenheit der Absonderungen der drei Speicheldrüsen.

Verschiedene
Speichelarten.

Der Parotidenspeichel ist wasserhell, ohne Geruch und Geschmack, fadenziehend, farblos, reagirt alkalisch.

Der Speichel der Submaxillardrüse ist viel zäher.

Der Speichel der Sublingualdrüse ist am meisten fadenziehend und klebrig.

Der Parotidenspeichel dient besonders zur Einwässerung und wird namentlich bei trockenen Nahrungsmitteln entleert.

Der Speichel der andern Drüsen wird besonders dann abgesondert, wenn scharfe Substanzen in den Mund kommen.

Nach Exstirpation aller Speicheldrüsen können Thiere ohne Beeinträchtigung ihrer Gesundheit fortleben.

§. 16. Nerveneinfluss auf die Speichelsecretion.

Die Speichelsecretion in der gl. submaxillaris wird selbst noch nach dem Tode eine Zeit lang vermehrt, wenn das centrale Ende des nervus lingualis gereizt wird oder das peripherische des nervus facialis. Der Ast des nervus facialis, welcher der Speichelsecretion vorsteht, ist die chorda tympani. Reizung des nervus sympathicus am Halse kann unter Umständen die vorhandene Secretion vermindern und aufheben oder auch dieselbe hervorrufen. Der durch Reizung des nervus sympathicus entwickelte Speichel ist zäher, weniger reichlich und enthält unregelmässig geformte, weissgelbliche, mattglänzende Körperchen; der durch Reizung des nervus trigeminus gewonnene Speichel ist dünnflüssiger und enthält sehr kleine, stark lichtbrechende Körperchen in grosser Menge. — Während der Absonderung des Speichels fliesst aus den Drüsenvenen hellrothes, während der Ruhe dunkles Blut aus. Dunkelroth wird auch das Blut durch Reizung des sympathicus, hellroth durch Reizung des n. tympanico-lingualis. — Während der Absonderung steigt die Wärme des Speichels und kann selbst die Blutwärme übertreffen.

Speichelver-
mehrung des
n. lingualis,
facialis, glos-
sophar.

Drittes Kapitel.

Kau- und Schluckbewegungen.

§. 17. Kaubewegung.

Unterkiefer-
bewegung.

a) Oeffnen des Unterkiefers. Es wird hauptsächlich vom vordern Bauche des musc. digastr. (nervus mylohyoideus vom dritten Ast des nervus trigem.), aber auch mylohyoideus (nervus mylohyoideus) und geniohyoideus (nervus hypoglossus) bewirkt. Dabei wird das Zungenbein durch den musc. stylohyoideus und hintern Bauch des digastricus am Schläfenbein, sternohyoideus am Brustbein, omohyoideus am Schulterblatt fixirt. Zugleich wird der Gelenkkopf nach Vorn auf das tubercul. articulare festgestellt.

b) Schliessen des Unterkiefers.

α) Bewegung von Unten nach Oben, durch masseter, pterygoideus internus, vordern Theil des m. temporalis;

β) von Vorn nach Hinten; durch die beiden pterygoidei externi wird er hervorgezogen, durch die interni und den hintern Theil des temporalis zurückgezogen.

γ) Von Rechts nach Links und von Links nach Rechts wird die Bewegung durch den m. pterygoideus externus einer Seite ausgeführt.

§. 18. Zungenbewegungen.

Zungenbewe-
gungen.

Zurückziehen — hyo- und styloglossus.

Herausstrecken — genioglossus.

Verbreitern — hyoglossus und longitudinalis.

Vershmälern und Verdicken — m. transversus.

Erhebung gegen den harten Gaumen — styloglossus und longitudinalis (s. §. 19, 1).

Anlegen an den Boden der Mundhöhle — hyoglossus.

§. 19. Schlingbewegungen.

1) Zwischen der Zungenwurzel und dem harten Gaumen entsteht eine Annäherung. Dies geschieht durch Hebung der Zunge mittels des mylohyoideus, welcher bei seiner Contraction dicker wird; ferner durch die Contraction der Zungenmuskeln, welche gleichfalls die Zunge verdicken und verkürzen; endlich durch den m. glossopalatinus.

Annäherung
der Zunge an
den Gaumen.

2) Die Zunge wird zurückgezogen (m. styloglossi), dadurch der Kehldeckel herabgedrückt, die Höhle des Kehlkopfs verschlossen; gleichzeitig verengert sich dabei die Stimmritze.

Zurückziehen
der Zunge.

3) Während dies geschieht, stellt sich der Gaumen horizontal durch die m. levatores veli palatini und wird zugleich nach den Seiten hin ausgedehnt durch die m. tensores palati, und endlich nähert sich der Schlund dem Gaumen. Dies geschieht theils durch die m. pharyngopalatini, theils durch das Vorrücken des Zungenbeins und des Kehlkopfs (geniohyoideus, vorderer Bauch des digastricus, mylohyoideus), theils durch die Contraction der constrictores superior.

Horizontale
Richtung des
Gaumens.

4) Durch den bolus wird das Zäpfchen nach Hinten gedrückt.

Zäpfchen.

Auf diese Weise entsteht ein Abschluss desjenigen Schlundtheils, welcher oberhalb des weichen Gaumens liegt, der sogenannten pars respiratoria, von demjenigen Theil, welcher unterhalb liegt, pars digestiva.

§. 20. Bewegungen des Schlundes und der Speiseröhre.

Sobald der Bissen an der Stimmritze vorüber ist, steigt der Kehlkopf abwärts, die Bewegung des Schlun-

des erfolgt mit einer sehr grossen Geschwindigkeit. Die Speiseröhre hingegen zieht sich langsam zusammen, was wahrscheinlich davon herrührt, dass der Schlund quergestreifte und die Speiseröhre mehr glatte Muskelfasern hat. Mitunter steigt vom untern Ende der Speiseröhre der Bissen in die Höhe, um wieder hinabzusteigen, und diese Bewegungen wiederholen sich in manchen Fällen öfters.

Viertes Kapitel.

Functionen des Magens.

§. 21. Chymus.

Chymus.

Der Magen ist ein Secretionsorgan durch seine Schleimhaut und ein contractiles Organ durch seine Muskelhaut. Im Magen findet sich während der Verdauung der Speisebrei, chymus, von leicht säuerlichem Geruche und saurer Reaction. Im Magen sind auch mehr oder weniger Gase (s. §. 34) angesammelt. Während der Magenverdauung ist die Magenschleimhaut röther und feuchter. Der Schleim bildet oft eine so zusammenhängende Schicht, dass er den ganzen Inhalt membranartig umgibt.

§. 22. Magensaft und Magendrüsen.

Ma gensaft.
Labdrüsen.
Magengrüb-
chen.

Unter Magensaft (succus gastricus) versteht man diejenige Flüssigkeit, welche von den Labdrüsen des Magens secernirt wird. Die Labdrüsen finden sich am ganzen Magen, mit Ausnahme des Pylorustheils. Wo sie sitzen, ist der Magen mehr gefaltet, und man bemerkt kleine Grübchen, die Magengrübchen, mit zahlreichen Oeffnungen schon mit blossen Augen.

Am Pylorustheil des Magens hingegen ist derselbe Schleimdrüsen-
glatt, auch weniger geröthet und enthält nicht Lab-,
sondern Schleimdrüsen.

Die schlauchförmigen, zum Theil in einzelne Zweige gespaltenen Labdrüsen ($\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ ''' lang, $\frac{1}{50}$ ''' dick) unterscheiden sich von den Schleimdrüsen dadurch, dass zwar beide mit Cylinderepithel besetzt sind, in den Labdrüsen indess kernhaltige, ungefähr $\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{150}$ ''' grosse Zellen enthalten sind. Die gleichfalls schlauchförmigen, jedoch grössern Schleimdrüsen entbehren der Labzellen und enthalten bis zum Grunde Cylinderepithel. Derjenige Theil der Magenschleimhaut, welcher Labdrüsen enthält, dient dazu, Proteïnsubstanzen aufzulösen. Wenn man nämlich denselben auspresst und etwas ansäuert, so gewinnt man eine dazu taugliche Flüssigkeit.

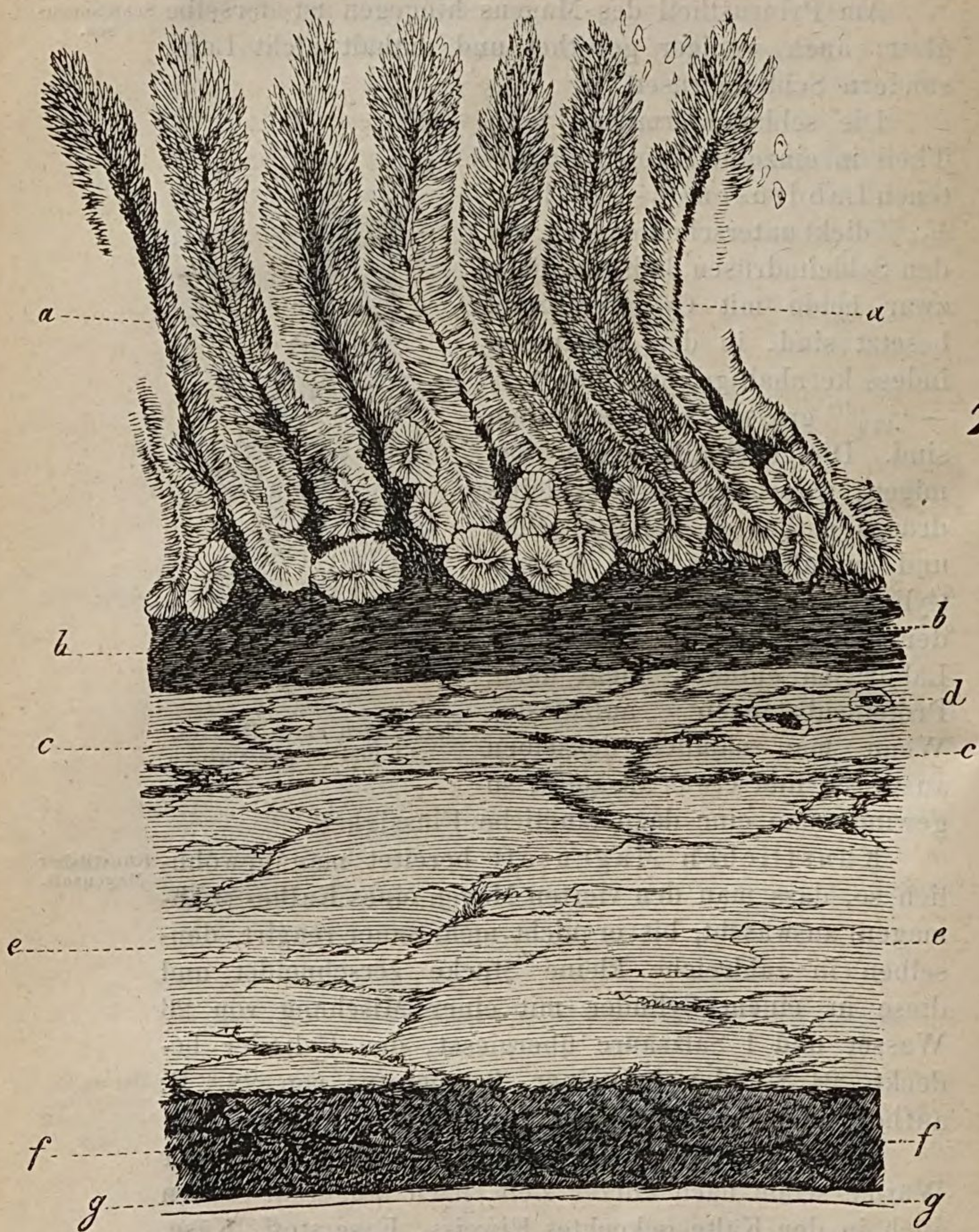
Künstlichen Magensaft bereitet man gewöhnlich so, dass man den vierten Magen eines Kalbes (Labmagen) auswäscht, bis er nicht mehr sauer reagirt, denselben in zahlreiche kleine Stücke zerschneidet und diese in einem Cylinder mit einer Mischung von 26 Wasser und 1 Salzsäure übergiesst, den Cylinder bedeckt, 24 Stunden bei einer Temperatur von 28° R. aufhebt und die Flüssigkeit durchfiltrirt.

Diese Flüssigkeit ist fast klar und löst in der Wärme schon nach kurzer Zeit, nach längerem Stehen auch in der Kälte gekochtes Eiweiss, Faserstoff, Käse, Knorpel bis auf wenige Reste auf. Sie hat einen eigen-



Labdrüsen eines Hundes,
67 mal vergrössert.

Künstlicher
Magensaft.



Durchschnitt des Magens eines Hundes am Pylorustheil, 70 mal vergrößert.
a Schleimdrüsen. *b* Muskellage der Schleimhaut. *c* Submucöses Gewebe. *d* Durch-
 schnittene Gefässe. *e* Quermuskelschicht. *f* Längsmuskelschicht. *g* Serosa.

thümlichen, nicht fauligen Geruch und widersteht sehr lange der Fäulniss.

Der natürliche Magensaft wird aus Magen fisteln erhalten. Er reagirt sauer, hat einen eigenthümlichen, unangenehmen Geruch und ein specifisches Gewicht von 1,001 — 1,01, dreht die Ebene des polarisirten Lichts nach Links und enthält

99,4 Wasser und

0,6 feste Substanz.

Die letztere besteht zum grössten Theil aus einem Extractivstoff, den man Pepsin nennt, aus freien Säuren, Chloralkalien, phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurer Magnesia und phosphorsaurem Eisenoxyd. Die Säuren sind Salzsäure und Milchsäure, mitunter findet sich auch Essigsäure und Buttersäure. Durch welchen Process die Absonderung der Säuren geschieht, ist unbekannt, wahrscheinlich jedoch, dass durch eine Zersetzung der Chloralkalien die Salzsäure gebildet wird.

Die geronnenen Proteinsubstanzen werden zwar durch den Magensaft gelöst, aber die gelösten haben andere Eigenschaften als die ungeronnenen Proteinsubstanzen. Sie sind namentlich dadurch verschieden, dass sie nicht mehr durch Hitze, Salpetersäure, Alaun präcipitirt werden, wohl aber entsteht eine Trübung durch Gerbsäure und Sublimat. Man nennt die Auflösungen Peptone. Die Peptone sind sehr löslich in Wasser und diffundiren leicht durch Membranen. — Auch aus den ungeronnenen Proteinsubstanzen entstehen durch den Magensaft Peptone. Wird das saure Pepton neutralisirt, so entsteht ein Niederschlag, der Parapepton heisst.

Die Menge des Magensaftes, welche bei einer Frau mit einer Magen fistel stündlich entleert wurde, betrug im Mittel 580 Grm., was in 24 Stunden ungefähr 14 Kilo und auf 1 Kilo Körpergewicht 264 Grm. ausmacht.

Der Magen ist nicht im Stande, Stärkemehl oder

Fett zu lösen. Auch wird das Epithel der Magenschleimhaut nicht vom Magensaft gelöst, woher es kommt, dass der Magen sich nicht selbst zerstört, solange das Epithel besteht. Die Absonderung des Magensaftes erfolgt, wenn Speisen oder auch andere nicht verdauliche Substanzen in den Magen gebracht werden. Nach ungefähr 3—5 Stunden ist die Magenverdauung beëndigt. Sie wird nicht aufgehoben nach Durchschneidung der beiden nervi vagi.

Die Menge der Säure, welche in dem Magensaft eines Menschen mit Magenfistel gefunden wurde, ist sehr gering. Sie betrug in 1000 Theilen nur 0,02 (mit 994,4 Wasser, 3,19 organischen Stoffen). — Wenn zum künstlichen Magensaft eine geringe Menge von Säure angewandt wird, so reicht sie hin, um die vegetabilischen Proteinkörper zu lösen, nicht aber die animalischen, während umgekehrt diese eine grössere Menge erfordern.

Der Magensaft ist nicht die einzige Substanz, welche Proteinkörper löst, indem der pancreatische Saft und Darmsaft und selbst wochenlanges Kochen von Proteinstoffen mit Wasser analoge Wirkungen zeigen.

§. 23. Bewegung des Magens.

Magenbewegung.

Während der Verdauung ist die Bewegung des Magens sehr langsam und der Pylorus mehr oder weniger verschlossen. Die Bewegung geht in der Regel so von statten, dass sie in der Richtung von Links nach Rechts und von der kleinen nach der grossen Curvatur hin erfolgt.

n. vagus.

Reizung des nervus vagus vermehrt oft, jedoch keineswegs immer, hauptsächlich aber während der Verdauung die Magenbewegung. Indessen hört dieselbe nicht auf, wenn beide vagi durchschnitten worden sind.

Besonders wirkt bei jungen Thieren die Reizung der n. vagi und des verlängerten Marks auf die Muskeln

des Magens, welche sich nach dem Tode noch sehr stark contrahiren.

Die Aufblähung des Magens geschieht in der Regel durch Luft, welche durch die Speiseröhre verschluckt wird. Ueber Magengase s. S. 52.

Fünftes Kapitel.

Function der Leber.

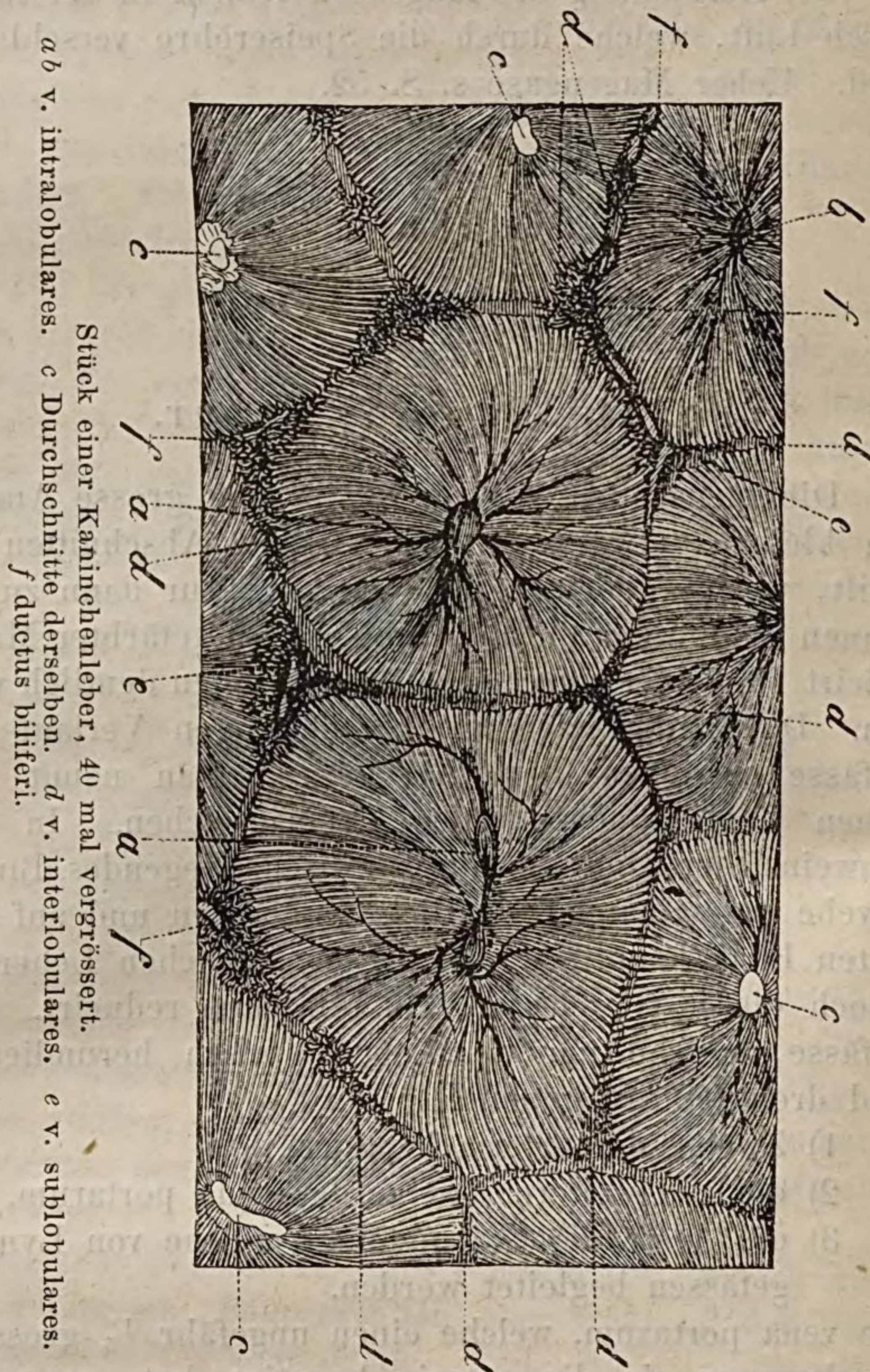
§. 24. Bau der Leber.

Die menschliche Leber ist in eine grosse Anzahl von kleinen, etwa $\frac{1}{2}$ — 1''' messenden Abschnitten getheilt, welche aber mit blossen Auge nur dann zu erkennen sind, wenn die Lebergefässe mit gefärbter Masse injicirt sind oder durch das Blut in ihnen deutlich werden. Durch den ziemlich regelmässigen Verlauf der Gefässe entstehen diese Abschnitte. Man nennt dieselben Leberläppchen oder Leberinselchen. In der Schweinsleber sind sie durch zwischenliegendes Bindegewebe von einander deutlich geschieden und auf den ersten Blick kenntlich. In der menschlichen Leber ist jedoch dieses Gewebe auf ein Minimum reducirt. Die Gefässe, welche um ein Leberläppchen herumliegen, sind dreierlei Art, nämlich

- 1) Zweige der arteria hepatica,
- 2) die viel weitem Zweige der vena portarum,
- 3) die Aeste der Gallengänge, welche von Lymphgefässen begleitet werden.

Die vena portarum, welche einen ungefähr $\frac{1}{5}$ grössern Durchmesser als die arteria hepatica hat, verzweigt sich im Allgemeinen zweitheilig. In dem Winkel ihrer Aeste liegt jedesmal ein Theil des Leberläppchens. Indem von anderer Seite in ähnlicher Weise Pfortader-

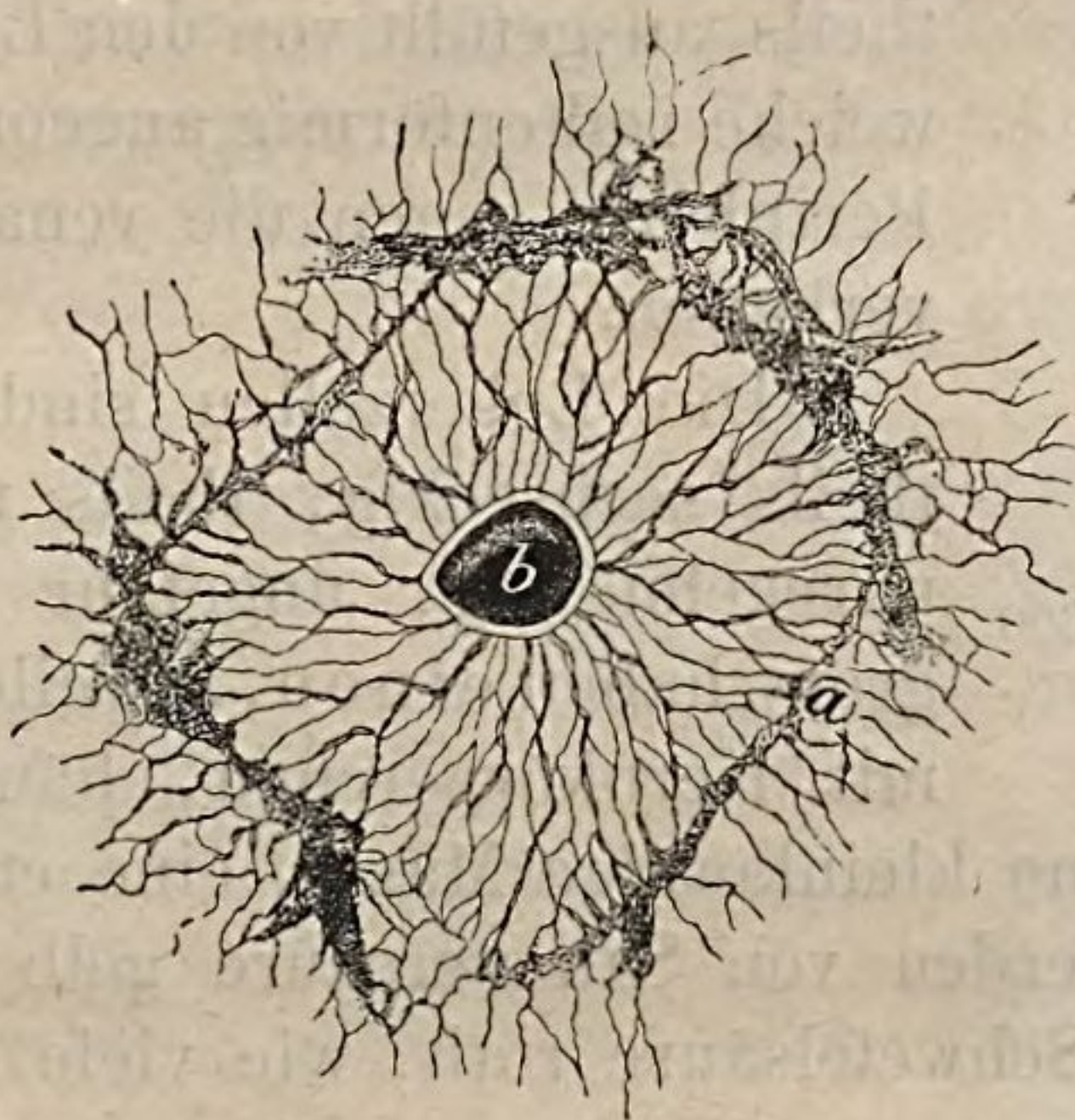
zweige sich vertheilen, wird der grösste Theil des Läppchens von solchen Zweigen umgeben. Von beiden Sei-



venae inter-,
 intra-, sub-
 lobulares.

ten eines jeden Zweiges (vena interlobularis) gehen vielfache bald in Capillargefässe sich auflösende Aestchen nach den anliegenden Leberläppchen hin. Diese

Capillargefäße münden in der Mitte eines jeden Läppchens in eine Lebervene (vena centralis oder intralobularis), welche einen Durchmesser von $\frac{1}{100} - \frac{3}{100}$ ''' haben. Die venae intralobulares münden in die venae



Ein injicirtes Leberläppchen vom Kaninchen, vergrößert.

a v. interlobulares. *b* v. intralobulares.

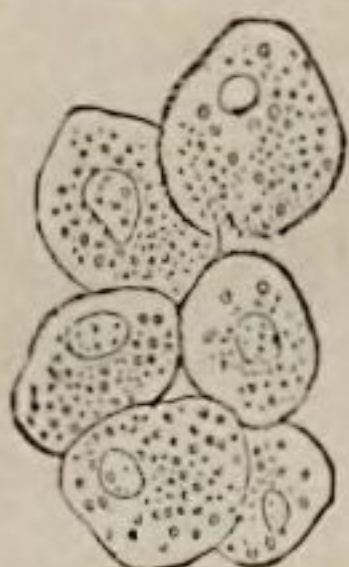
sublobulares, welche an den Basalflächen der Läppchen liegen, die sublobulares in die hepaticae, welche nicht wie die andern Lebergefäße in der fossa transversa liegen, sondern am hintern Ende der fossa longitudinalis dextra in die vena cava inferior hineingehen.

Die Zweige der arteria hepatica, welche neben denen der vena portarum liegen und rami lobulares genannt werden, gehen in ein Capillarnetz über, welches mit dem der Pfortader in den Leberläppchen zusammenhängt.

Die Gallenkanäle, ductus biliferi, entstehen in den Leberläppchen; man kann jedoch mit Deutlichkeit und Leichtigkeit durch Injection nur am Rande der Leberläppchen die feinem Zweige der ductus biliferi erkennen. Ueber den Anfang derselben sind die Angaben verschieden. Wahrscheinlich ist es, dass sie ein ductus biliferi.

geschlossenes Kanalsystem bilden, von dem es noch nicht ausgemacht ist, ob Wände der Kanäle eigenthümlich vorhanden sind, oder ob dasselbe nur durch Rinnen zwischen der umliegenden Substanz gebildet wird.

Leberzellen.



Leberzellen, 300
mal vergrössert.

Die Leberläppchen werden grösstentheils ausgefüllt von den Leberzellen, welche reihenförmig angeordnet von der Peripherie gegen die vena centralis hin verlaufen.

Die Leberzellen sind theils fünf-, theils sechseckig, theils rundlich oder unregelmässig, ungefähr $\frac{1}{140}$ — $\frac{1}{60}$ ''' gross, haben einen, zuweilen zwei Kerne mit Kernkörperchen, häufig Fettkörnchen und eine kleinkörnige Masse, eine etwas gelbliche Färbung, werden von Salpetersäure gelb gefärbt, von Zucker mit Schwefelsäure roth, wie viele andere Zellen des Körpers.

§. 25. Chemische Bestandtheile der Leber.

Die Leber enthält 77 % Wasser und 23 % feste Substanzen. Diese sind grösstentheils Proteinsubstanzen, leimgebende Substanz, Extractivstoff, Fett und Salze. Zu den Extractivstoffen gehört auch eine Substanz, welche sich ähnlich wie das Amylum verhält, das Glycogen, und in der Leber in Traubenzucker umgewandelt wird. Unter den mineralischen Substanzen sind besonders die Phosphorsäure und das Kali vorwaltend. In 100 Theilen Leberasche sind beinahe

50 % Phosphorsäure,
25 % Kali,
14 % Natron.

§. 26. Galle.

Die menschliche Galle ist gelb oder gelbgrün, reagirt neutral oder schwach alkalisch, hat einen eigenthümlichen Geruch, schmeckt stark bitter, hat ein specifisches Gewicht von 1,026 — 1,03. Durch die Beimischung des Schleims aus der Gallenblase ist sie zäh und zieht sich in Fäden. Durch Zusatz von Salzsäure entsteht ein Niederschlag, also auch durch Zufluss des chymus.

Die wesentlichen Bestandtheile der Galle sind:

- 1) die Gallensäuren, welche an Natron gebunden sind,
- 2) der Gallenfarbstoff,
- 3) Cholestearin oder Gallenfett,
- 4) Mineralbestandtheile.

Die Galle enthält ungefähr 86—90 % Wasser und 14—10 % feste Substanzen, von denen die gallensauren Verbindungen den grössten Theil (etwa 7 %) ausmachen.

Gallensäuren.

Die beiden Säuren, welche, an Natron gebunden, den wesentlichen Theil der Galle ausmachen, sind die krystallisirbare Glycocholsäure und die nicht krystallisirbare Taurocholsäure. Die erstere findet sich in grösster Menge in der Ochsen-galle, die letztere in grösster Menge in der Menschengalle.

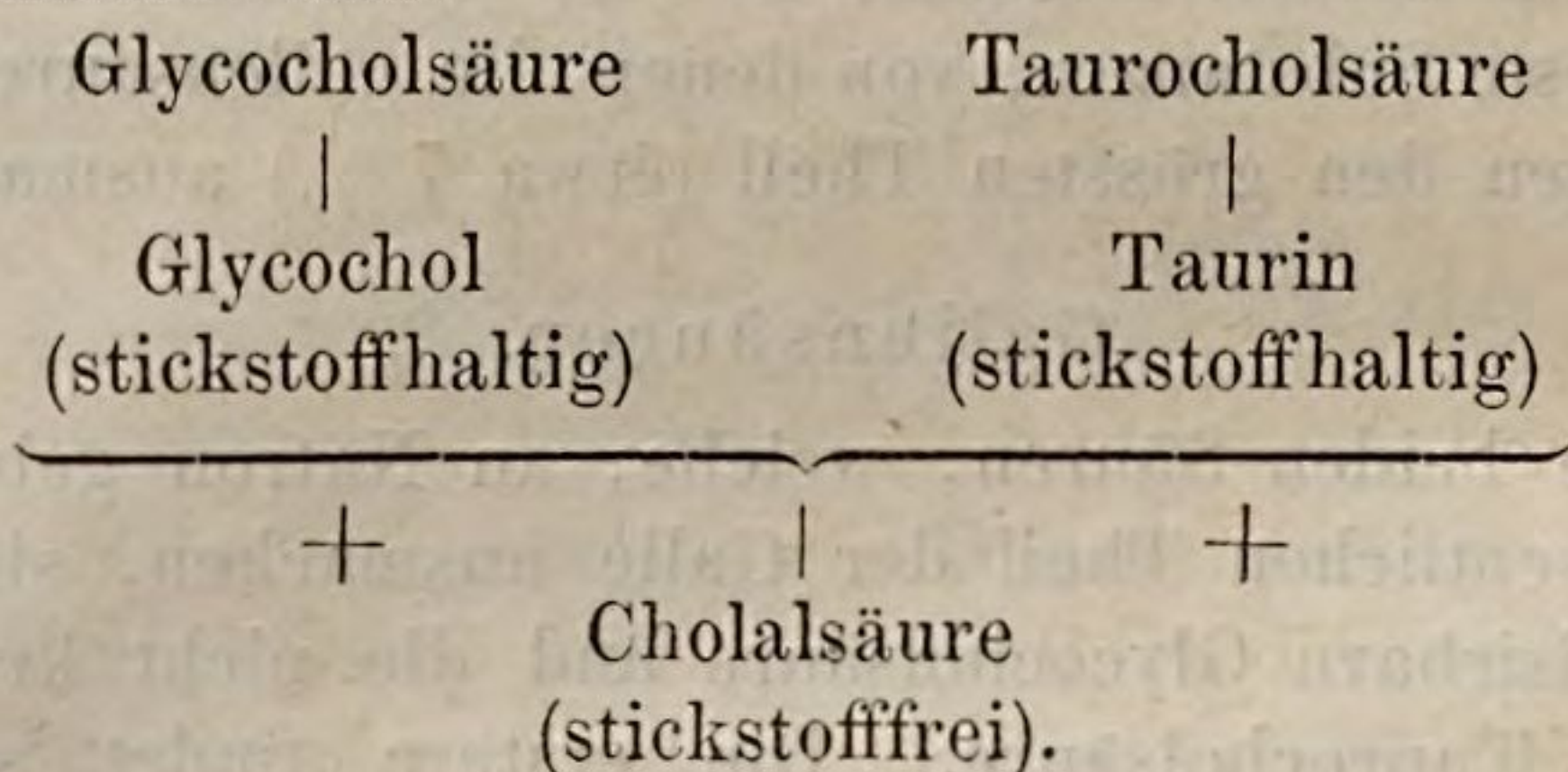
Man erhält die Glycocholsäure, wenn man Bleizucker auf frische Galle giesst, wodurch ein gelblichweisser Niederschlag entsteht. Der Niederschlag wird mit 85procentigem kochendem Alkohol behandelt, in welchem die Säure sich löst. Durch die heisse Lösung lässt man Schwefelwasserstoffgas hindurchgehen, es entsteht Schwefelblei; die abfiltrirte Flüssigkeit stellt man zum Krystallisiren hin.

Die Taurocholsäure erhält man von dem Theile der

Galle, welcher durch Bleizucker nicht niedergeschlagen worden ist, wenn man denselben mit Bleiessig behandelt und das Blei durch Schwefelwasserstoff trennt.

Beide Gallensäuren lassen sich durch die Pettenkofer'sche Probe erkennen. Vermischt man nämlich mit einer Lösung derselben oder mit Galle ungefähr $\frac{2}{3}$ Vol. concentrirte Schwefelsäure, welche man langsam zugiesst, und fügt dann etwas Zuckerwasser hinzu, so entsteht eine purpurrothe Färbung. Ist die Menge der Schwefelsäure zu gering, so verschwindet die rothe Färbung wieder. Da auch Eiweiss durch dieselbe Behandlung sich in gleicher Weise färbt, so muss bei Prüfung von Flüssigkeiten auf Gallensäuren durch Erhitzen zuerst das Eiweiss niedergeschlagen werden.

Beide Säuren lösen sich in Wasser und Alkohol und werden durch Kochen mit Alkalien zerlegt, und zwar entsteht aus:



Gallenfarbstoff.

Biliverdin.
Biliphaein.

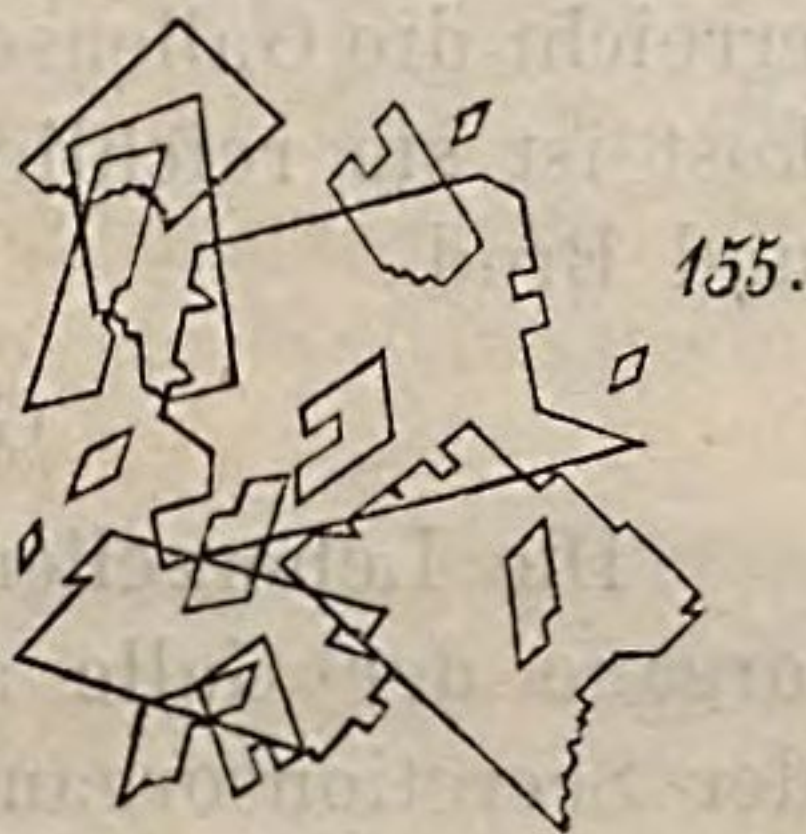
Man unterscheidet einen grünen Gallenfarbstoff, Biliverdin, und einen braunen, Biliphaein oder Cholepyrrhin. Beide werden durch Salpetersäure, welche mit salpetriger Säure vermischt ist, erkannt, indem durch dieselbe eine Farbenveränderung von grün, blau, violett, roth, gelb entsteht.

Das Biliphaein, welches allein in der gesunden Galle vorzukommen scheint, erhält man durch Schütteln der getrockneten Galle mit Chloroform; die Lösung

wird abdestillirt und der Rückstand mit Weingeist und Aether behandelt. Es ist krystallisirbar und in seinen Eigenschaften dem modificirten Blutfarbstoff (Hämatoïdin) sehr ähnlich.

Cholestearin.

Es ist stickstofffrei, krystallisirt in Tafeln, löst sich Cholestearin. in neun Theilen kochendem absolutem Alkohol, leicht in Aether, verbindet sich nicht mit Kali. Vermischt man Cholestearin mit einer Verbindung von 5 Vol. Schwefelsäure und 1 Vol. Wasser, so werden die Ränder der Krystalle geröthet, jedoch verschwindet diese Färbung leicht.



Man bereitet das Cholestearin gewöhnlich aus Gallensteinen, von denen die meisten aus Cholestearin, Farbstoff und einer kleinen Menge Extractivstoff bestehen. Der Gallenstein wird mit Alkohol gekocht und die gelbliche Flüssigkeit zum Krystallisiren hingestellt, dann wieder aufgelöst und wiederholt krystallisirt. — Das Cholestearin rechnet man nicht zu den Fetten, weil es weder Glycerin enthält, noch verseifbar ist, sondern zu den zusammengesetzten Aethern. — Es dreht die Polarisationsebene links, während die Gallensäuren Rechtsdrehung zeigen.

Cholestearinkrystalle,
aus einem Gallensteine
dargestellt, 155 mal
vergrössert.

Gallenasche.

In 100 Theilen derselben finden sich über

- 36 % Natron,
- 27 » Chlornatrium,
- 11 » Kohlensäure,
- 10 » Phosphorsäure,

ausserdem Kali, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Schwefelsäure, Kieselsäure.

Gallenmenge.

Nach Untersuchungen, welche man an Gallenfisteln von Thieren angestellt hat, kann man annehmen, dass innerhalb 24 Stunden bei einem Erwachsenen über 2 Pfd. Galle mit etwa 150 Grm. fester Substanz entleert werden. — Mehrere Stunden nach der Mahlzeit erreicht die Gallensecretion ihr Maximum. Nach Fleischkost ist sie reichlicher als nach dem Genuss von Fett und Brod.

Gallensecretion.

Secernirende
Function der
Leberzellen.

Die Leberzellen sieht man als die Absonderungsorgane der Galle an, weil man überhaupt den Zellen der Secretionsorgane diese Thätigkeit zuschreibt. Ein stricter Beweis ist freilich nicht vorhanden; dass die Zellen durch Schwefelsäure und Zucker sich roth färben, ist eine Eigenschaft, welche sie mit vielen andern im Körper theilen. Die Pfortader bringt das wesentliche Material für die Gallenbereitung, doch hat man auch bei Mangel derselben keine Beeinträchtigung der Gallensecretion beobachtet. Das Blut, welches aus dem Darne zur Leber geführt wird, muss in solchen Ausnahmefällen einen Umweg machen, ehe es die Bestandtheile der Leber liefert, aus welchen in dieser Galle entsteht.

Verrichtungen der Galle.

Gallenfisteln.

1) Thiere, denen vermittelt einer Gallenfistel die gesammte Galle aus dem Körper ausfliesst, können zwar am Leben bleiben, bedürfen aber einer überaus grossen Menge von Nahrung, um sich zu erhalten; so z. B. brauchte ein Hund, bei dem früher 43—54 Grm. Fleisch auf 1 Kilogramm Körpergewicht für den Tag aus-

reichten, nach angelegter Gallenfistel 94 Grm. Gewöhnlich magern die Thiere ab und werden träge; in den Chylusgefässen ist grosser Mangel an Fett. Die Resorption desselben ist viel geringer.

2) Ein Theil der Galle muss ins Blut übergehen, wird aber wahrscheinlich in demselben rasch verändert, wenigstens war man bis jetzt nicht im Stande, im Blute Gallensäuren zu entdecken. Die feste Substanz, welche durch die Galle entleert wird, beträgt beträchtlich mehr als die feste Substanz der Excremente; auch enthalten die Excremente nur Spuren von Natron, die Galle eine grosse Menge. Zersetzungsproducte der Gallensäuren sind neuerdings in dem Kothe nachgewiesen worden.

3) Durch den Gallenfarbstoff werden die Excremente gefärbt, erhalten ihren excrementiellen Geruch und die Darmbewegung wird befördert. Bei Ausschluss der Galle sind die Excremente grauweiss, riechen fade oder unangenehm, aber nicht kothig, und Stuhlverstopfung tritt ein.

4) Galle ist ein Reiz für Bewegungsnerven und Muskeln.

5) Durch die Galle werden die neutralen Fette leichter resorbirt und gehen in grösserer Menge in die Darmzotten über.

§. 27. Zuckerbildung in der Leber.

In jeder gesunden Leber lässt sich durch die Trommer'sche Probe, sowie selbst durch Gährung Traubenzucker nachweisen.

In der Leber eines gesunden erwachsenen Menschen sind ungefähr 1 — 2 % Traubenzucker. Dass Traubenzucker nicht bereits der Leber zugeführt, sondern in ihr bereitet wird, geht daraus hervor, dass das Blut der vena portarum nur Spuren davon enthält,

im Blute der vena cava infr., nachdem dieselbe die Lebervenen aufgenommen hat, derselbe dagegen in reicher Menge vorhanden ist.

Sechstes Kapitel.

Bauchspeicheldrüse.

§. 28. Bestandtheile des Pancreas.

In dem Pancreas sind folgende Substanzen gefunden worden: Guanin, Xanthin, Leucin und sehr geringe Menge von Tyrosin.

§. 29. Eigenschaften des Bauchspeichels.

Er ist klar, klebrig, farblos, reagirt alkalisch, gerinnt bei 72° C., sowie durch Mineralsäuren, Gerbsäure und Alkohol, geht leicht in Fäulniss über, verwandelt sehr rasch Stärkemehl in Traubenzucker.

§. 30. Bestandtheile des Bauchspeichels.

In 1000 Theilen sind etwa 980 Theile Wasser und 20 Theile feste Substanzen enthalten. Unter den letztern ist der Extractivstoff (Pancreatin) die vorwaltende. Der pancreatische Saft coagulirt durch Hitze, Mineralsäuren, Essigsäure und Alkohol; die durch letztern gefällte Substanz ist in Wasser wieder löslich. Die Salze sind Chlorkalium, Chlornatrium, phosphorsaure Bittererde, phosphorsaurer Kalk mit Eisenoxyd, phosphorsaures Natron.

§. 31. Absonderung.

Die Absonderungsquellen sind wahrscheinlich die Drüsenzellen. Die Geschwindigkeit der Absonderung

nimmt rasch nach Genuss von fester Nahrung oder Wasser zu, hört durch Hungern fast ganz auf, sowie auch während des Brechens und nach Eröffnung der Bauchhöhle. Man fand die Menge der pancreatischen Flüssigkeit auf 1 Kilogramm Thier ungefähr 35 Grm. Der Ausführungsgang besitzt keine Muskeln. Man kennt die Bedingungen zur Entleerung des Secrets noch nicht.

§. 32. Functionen des pancreatischen Saftes.

- 1) Er verwandelt Stärke in Zucker.
- 2) Er zertheilt die neutralen Fette und verwandelt sie in fette Säuren und Glycerin.
- 3) Er sowohl als der Auszug aus der Drüse selbst lösen zur Zeit der Verdauung Albuminate auf, aber wahrscheinlich nur, wenn dieselben angesäuert sind.

Thiere können indess am Leben bleiben, wenn das pancreas extirpirt wird, woraus hervorgeht, dass andere Körperorgane seine Functionen zu übernehmen im Stande sind.

Siebentes Kapitel.

Functionen des Dünndarms.

§. 33. Allgemeines.

Die Functionen des Dünndarms bestehen darin:

- 1) die in denselben gebrachten Substanzen und die eigenen Secrete desselben eine Zeit lang aufzubewahren;
- 2) in der Absonderung des Darmsaftes, succus entericus, und Schleims;

3) ist derselbe zur Aufnahme verschiedener Stoffe bestimmt, und

4) ist er bewegungsfähig.

§. 34. Zusammenstellung der Gase im Magen und Darne.

In 100 Vol. Gas	des Magens	des Dünndarms	des Dickdarms
Sauerstoff		Spuren	
Stickstoff	72,5	79,7	69,3
Kohlensäure	20,8	16,23	30,6
Wasserstoff	6,71	4,04	—

Sie entstehen

1) durch Verschlucken und Uebergang aus dem Magen in die Gedärme,

2) durch Absorption, indem die im Blute dichtere CO_2 , wie in den Lungen, durch die Wände hindurchdringt,

3) durch Zersetzung.

§. 35. Zotten.

Sie sind $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{2}$ ''' lange, an der Basis dickere, am Ende spitzere Fäden, welche vom Anfang des duodenum bis zum coecum sich erstrecken. Sie haben alle Bestandtheile der Schleimhaut, also:

a) Epithel. Es ist cylindrisch, wird aber leicht, schon durch Zusatz von Wasser, rund, enthält einen Kern und an seiner Basis einen Deckel, der sich abheben kann und oft wie ein mit Längsstreifen (Porenkanälen?) versehener Vorsprung aussieht (s. Fig. S. 54). Diese Streifung kann als eine Auflagerung auf der Zelle betrachtet werden. Die Epithelien enthalten häufig,

wie viele andere Epithelien des Körpers, Fett. Das hintere Ende jeder Epithelialzelle soll in einen hohlen



Darmzotte vom Kaninchen im frischen Zustande, 200 mal vergrössert. Man sieht die polygonalen Epithelzellen die ganze Zotte bedecken, sowie auch die Gefässe.

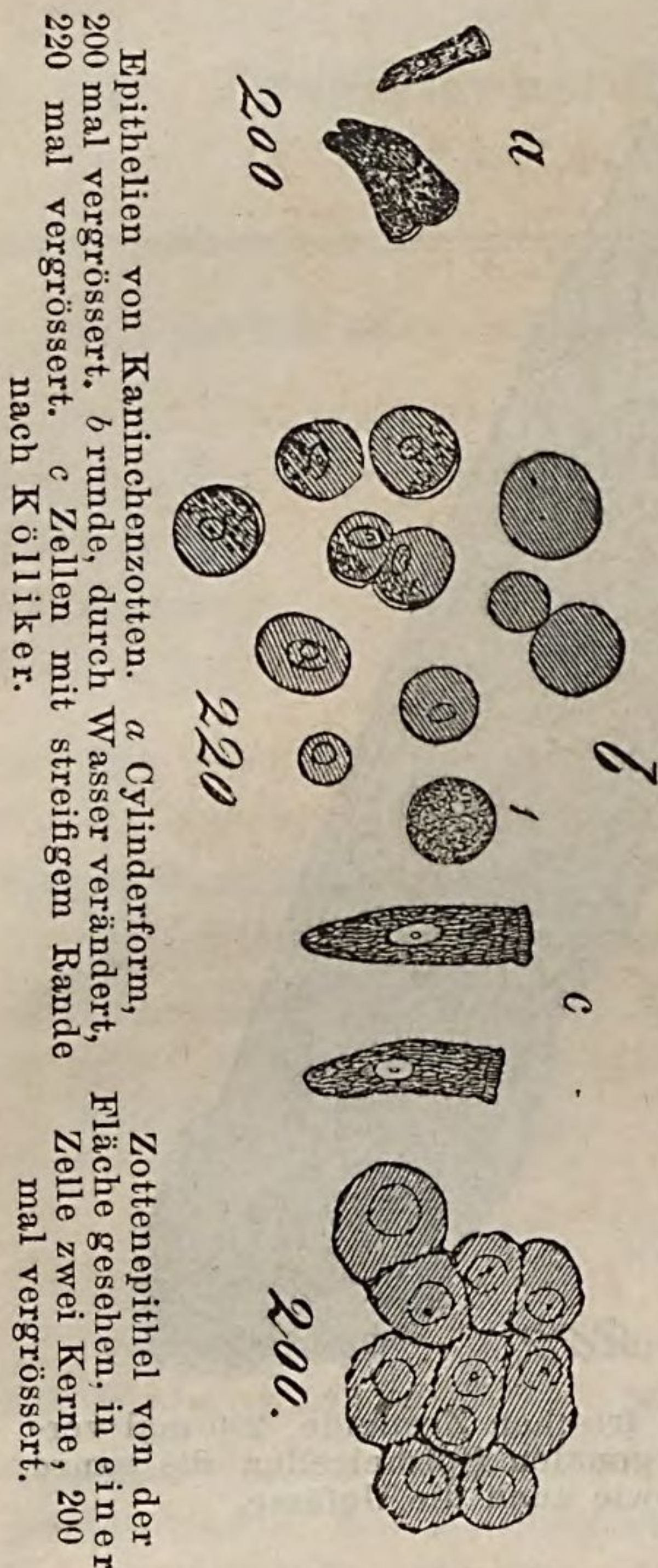
Faden ausgehen, durch den sich der Inhalt der Zelle in einer offenen Communication mit der Substanz der Zotte befindet.

b) Glatte Muskelfasern.

c) Reichliche Gefässe, sowohl Blut- als Lymphgefässe. Erstere machen in der Regel zierliche Bogen, letztere gewöhnlich zwei kolbenförmige Anschwellungen.

d) Ein aus Bindegewebe bestehendes Substrat, in welchem viele Bindegewebskörperchen mit Ausläufern liegen, durch welche ein Netz gebildet wird, das mit den Epithelialzellen in Verbindung stehen soll.

Die Zotten sind nach dem Genuss von Speisen, besonders nach fetten, sowohl in ihren Epithelien als in ihrem Innern mit sehr fein zertheiltem Fett angefüllt, welches sich besonders häufig an dem freien Ende der Zotten und in der Achse derselben vorfindet. Es ist unbekannt, auf welche Weise das Fett in die Zotten und deren Epithel hineingelangt; man hat vermuthet, dass das Epithel der Zotten an ihren beiden Enden Oeffnungen habe, oder dass die Längsstreifen an der Basis derselben Porenkanäle seien, oder dass der Deckel sich abhebe. Durch die Muskeln, welche aus der Mus-

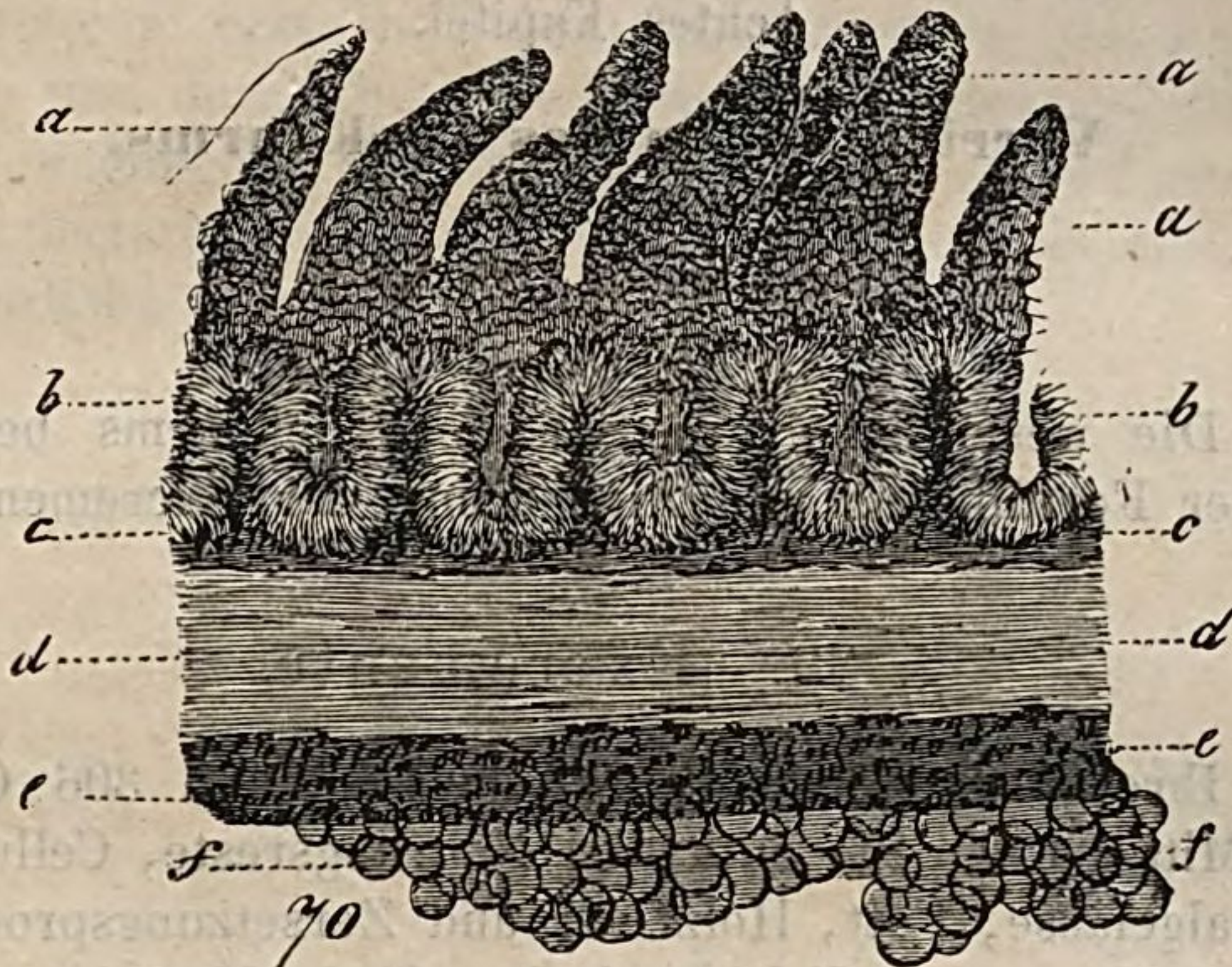


kelhaut in die Schleimhaut und die Zotten hineingehen, können die Zotten sich aufrichten.

§. 36. Darmsaft.

Das Secretionsorgan des Darmsaftes bilden die im Dünn- und Dickdarm verbreiteten Lieberkühn'schen Drü-

sen ($\frac{1}{6}$ — 1''' lang), welche in grosser Zahl durch den Darmkanal (am grössten im Mastdarm) verbreitet sind, im Dünndarm neben den Zotten liegen, und die am



Durchschnitt durch die Wandungen des Dünndarms vom Hammel, 70 mal vergrössert.

aaa Zotten. *bb* Lieberkühn'sche Drüsen. *cc* Muskellage der Schleimhaut. *dd* Ringmuskeln des Dünndarms. *ee* Längsmuskeln. *f* Fett.

Anfang des duodenum stehenden Brunner'schen Drüsen ($\frac{1}{10}$ — 1'''). Der Darmsaft reagirt alkalisch und soll gleichfalls fähig sein, Albuminate zu verdauen.

§. 37. Bewegung.

Die wurmförmige oder peristaltische Bewegung des Darms dauert nach dem Tode noch eine Zeit lang fort, vermehrt sich sogar beim Eintritt des Todes, sowie häufig während des Lebens durch Compression der art. aorta. Durch Reizung des n. splanchnicus nimmt sie meistens, jedoch nicht in allen Fällen, ab und vermehrt sich wieder nach aufhörender Reizung.

Peristaltische
Bewegung.

Auch vom n. vagus aus kann in vielen Fällen die Darmbewegung verstärkt werden.

Achtes Kapitel.

Verrichtungen des Dickdarms.

§. 38.

Die wesentliche Function des Dickdarms besteht in der Fortführung und Ausleerung der Excremente.

§. 39. Excremente.

Ihre Menge beträgt zwischen 67 und 306 Grm., im Mittel 130. Sie enthalten Nahrungsreste, Cellulose, Spiralgefäße, Fett, Holzfaser und Zersetzungsproducte der Galle, namentlich Dyslysin, Choloidinsäure, auch gallensaure Salze, veränderten Gallenfarbstoff und Cholestearin. Die Asche beträgt 1,9 % und enthält kohlensaure, phosphorsaure, schwefelsaure und Chlor-Verbindungen, Eisen- und Kieselerde.

§. 40. Kothentleerung.

Bei derselben kommt es darauf an:

- 1) dass der Koth bis zum Ende des Mastdarms gebracht werde,
- 2) dass er hier zurückgehalten,
- 3) dass er willkürlich entleert werden kann.

Bei der Fortführung der Excremente wirkt die Bauchpresse durch den Druck von Aussen auf die Gedärme und die Muskeln des Darms selbst. Wenn die Excremente an den After gelangen, zieht sich reflectorisch der sphincter zusammen; durch die Wirkung des

levator ani in Gemeinschaft mit der Wirkung der Darmmuskeln und der Bauchpresse wird dann der Koth entleert. — Der m. sphincter externus ist nicht beständig geschlossen, sondern dies geschieht wie an andern Sphincteren erst in Folge des Andrangs der Excremente und durch die Einwirkung des Willens. — Wenn die Bewegung des Darms sehr stark ist, so wird sowohl die reflectorische Bewegung des sphincter, als auch die willkürliche überwunden.

Dritter Abschnitt.

Blut und Lymphe.

Erstes Kapitel.

Blut.

§. 1. Allgemeines.

Spec. Gewicht.
Wärme. Blut-
plasma. Blut-
kügelchen.

Das Blut (spec. Gew. 1,045—1,075, Wärme 34,02—38° C.), wie es in den Adern fließt, oder lebendiges Blut besteht aus einer Flüssigkeit, liquor s. plasma sanguinis, und zahlreichen darin aufgeschwemmten festen, nur durch das Mikroskop sichtbaren Körperchen. Es verändert sich bald, nachdem es die Adern verlassen hat. Die auffallendste Erscheinung des todtten Blutes ist die Gerinnung.

§. 2. Gerinnung des Blutes.

placenta.
Serum san-
guinis.

Bleibt das Blut ruhig stehen, so fängt es nach wenigen Minuten an, fest zu werden, und in 12—14 Stunden hat es sich in zwei Theile geschieden, in einen rothen Blutkuchen (placenta s. coagulum sanguinis) und in eine helle gelbliche Flüssigkeit (serum sanguinis). Der

Blutkuchen ist an allen Stellen, welche nicht mit der äussern Luft in Verbindung sind, schwarzroth, an der Oberfläche hellroth. Er enthält zwei Substanzen, die Blutkügelchen und den Faserstoff. Die Gerinnung des Blutes kann künstlich verzögert werden, wenn man in ein Gefäss, welches eine concentrirte Lösung von Glaubersalz enthält, zu 2 oder mindestens 1 Vol. dieser Lösung 1 Vol. frisches Blut aus der Ader hineinfließen lässt; nach einiger Zeit (oft erst nach einem Tage und länger) senken sich die Blutkörperchen durch ihre Schwere zu Boden, und über denselben bleibt eine helle Flüssigkeit, welche durch Zusatz von Brunnenwasser zu derselben gerinnt. Auch wenn frisches Blut ebenso behandelt und geschlagen wird, bleibt es doch ungeronnen. Die helle Flüssigkeit enthält ausser der Glaubersalzlösung das serum und den ungeronnenen Faserstoff. Zuweilen gelingt es, wenn man Froschblut durch Filtrirpapier, welches mit Zuckerwasser befeuchtet ist, filtrirt, dass die Blutkörperchen auf dem Filtrum liegen bleiben und eine helle Flüssigkeit durchgeht; nach einiger Zeit zeigen sich in der durchgegangenen Flüssigkeit helle Flocken von geronnenem Faserstoff, die man mit einer Nadel aufheben kann. Auch Alkalien und Erden sowie die meisten Salze verhindern oder verzögern mehr oder weniger die Gerinnung des Blutes. Wenn der Faserstoff erst gerinnt, nachdem die Blutkügelchen sich bereits gesenkt haben, so bildet er eine hautartige Decke (*crusta phlogistica*), welche häufig bei Krankheiten beobachtet wird. Das Blut gerinnt in jeder Temperatur unter 70° von selbst; sogar, wenn es gefroren ist, nach dem Aufthauen. Auch Bewegung desselben kann es nicht flüssig erhalten.

crusta phlogistica.

Die Ursache der Gerinnung ist bis jetzt noch nicht ermittelt, doch hat man beobachtet, dass das Blut, welches mit der Wandung der Gefässe in Verbindung ist, viel länger sich flüssig erhält, und hat daher der Ge-

Ursache der Gerinnung.

fässwand einen grossen Einfluss zugeschrieben. Man hat ferner vermuthet, dass der Faserstoff erst nach dem Austritt aus den Gefässen aus einem flüssigen, dem Eiweiss des Blutes analogen (fibrinoplastischen) Stoffe sich bildet, welcher aus dem Innern der Blutzellen herkommen soll. Es gibt noch andere eiweiss-haltige Flüssigkeiten, welche durch Zusatz von Blutkugeln, Hornhaut und andere Substanzen gleichfalls gerinnen.

§. 3. Mikroskopische Bestandtheile des Blutes.

1) Blutzellen.

a) Grösse im Mittel $\frac{1}{300}''' = \frac{1}{133}^{\text{mm}}$ breit, $\frac{1}{1600}'''$ dick.

b) Form: kreisrunde, in der Mitte eingedrückte Scheiben, auf dem Rande stehend stab- oder biscuitförmig, wie eine schmale Ellipse.

c) Farbe: einzelne gelb, in grösserer Menge roth.

Blutkugeln
vom Menschen.
a von oben.
b von der Seite.

d) Hülle und Inhalt. Die Blutkörperchen sind sehr elastisch; sie scheinen mit einer dünnen, für Flüssigkeiten leicht durchgänglichen Hülle umgeben zu sein; indess nehmen verschiedene Beobachter an, dass das ganze Blutkörperchen aus einer festen elastischen Masse gebildet sei, und dass sich daraus auch erklären lasse, wie sie in ihrer Mitte einen Eindruck haben können, was jedoch für viele Blutkörperchen, z. B. die des Frosches, nicht wahrscheinlich ist. In dem Innern der Blutkörperchen findet sich eine gefärbte, zähe, krystallisirbare Flüssigkeit; ein Kern ist nicht vorhanden. Der centrale Eindruck bringt den Schein eines solchen hervor.

e) Reagentien. Durch Wasser werden die Blutkörperchen entfärbt, ebenso durch Aether, Chloroform, durch verdünnte vegetabilische Säuren und Alkalien. — Concentrirte Alkalien sowie auch Galle lösen sie grösstentheils auf. Sie schrumpfen ein durch concentrirte Säuren, viele Salze, Alkohol, Creosot.



f) Besondere Merkmale. In frischem Blute treten die Blutkörperchen geldrollenartig an einander. Geldrollenartig verklebte Blutkörperchen.

2) Weisse Blut- oder Lymphkörperchen.

Sie sind in der Regel etwas grösser als die Blutkörperchen, bis $\frac{1}{200}$ ''' , kreisrund, ungefärbt, enthalten einen oder mehrere Kerne und eine körnige Masse, welche zuweilen moleculare Bewegung zeigen soll. Sie werden durch Wasser, Aether, Chloroform nicht verändert; durch Essigsäure werden die Kerne deutlicher; concentrirte Alkalien lösen sie auf. Man findet sie im Blute gesunder Menschen nur in geringer Menge. Wenn sich die rothen Blutkörperchen vor Gerinnung des Faserstoffs senken, so bleibt meistens ein grosser Theil der Lymphkörperchen in der überstehenden Flüssigkeit.



250.

Farblose Blutkörperchen aus dem Blute eines Leukämischen, 250 mal vergrössert.

3) Elementarkörperchen.

Unmessbare, kleine, dunkle, wahrscheinlich aus zertheiltem Fett bestehende Körnchen, welche nicht beständig zu sein scheinen; in der crusta phlogistica und in dem durch Behandlung mit Glaubersalz und Brunnenwasser erhaltenen coagulum sind sie fast immer vorhanden.

§. 4. Chemische Bestandtheile.

Organische
Blutbestand-
theile.

a) Proteinsubstanzen: Faserstoff, Eiweiss, Globulin, Hämotokrystallin.

b) Kohlehydrate: Traubenzucker.

c) Fette und Seifen = Verbindungen von Glyceriden und Alkalien mit Olein-, Palmitin- und Stearinsäure; nicht constant scheint Glycerin-Oelphosphorsäure und Cerebrin zu sein.

d) Cholestearin, Harnstoff, Kreatin und Kreatinin. — Nicht constant sind Butter-, Harn-, Hippur- und Milchsäure.

e) Farbstoffe (Hämatin).

Anorganische.

f) Anorganische Verbindungen: Wasser, Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisen; (unconstant Mangan, Kieselerde). Diese als Basen mit Chlor, Phosphor-, Schwefel-, Kohlensäure (Kieselsäure?).

g) Gase: Kohlensäure, Sauerstoff, Stickstoff.

Den Blutkörperchen gehören an: Globulin, Hämotokrystallin, Hämatin, phosphorhaltige Fette, die oben angeführten unorganischen Substanzen und die Gase.

Dem plasma sanguinis gehören an: Faserstoff, Eiweiss, Fette und Seifen, Cholestearin, Zucker, Harnstoff, Kreatin, Kreatinin, die unorganischen Substanzen (jedoch ohne Eisen) und Gase.

§. 5. Quantität der wichtigsten Bestandtheile des Blutes.

In 1000 Theilen sind ungefähr enthalten:

2—3 Faserstoff,

65—80 Eiweiss,

3—6 Fett,

119—140 Blutkugeln,

11—13 Salze und Extractivstoffe,

780—800 Wasser.

§. 6. Faserstoff.

Der geronnene Faserstoff wird durch Schlagen des frischen Blutes oder durch Auswaschen des Blutkuchens gewonnen, dann mit Alkohol und Aether und endlich mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure (letzteres wegen der beigemengten Kalk- und Magnesiaphosphate) behandelt. Er ist im feuchten Zustande weiss, formlos oder besteht, wenn er durch Schlagen des Blutes erhalten wird, aus verworrenen Fäden und fault ziemlich leicht; im getrockneten Zustande ist er grau und sehr spröde; unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, löslich in Alkalien und concentrirter Salzsäure, wohl auch in Essigsäure; er zersetzt Wasserstoffhyperoxyd. Der geronnene Faserstoff aus dem Blute des Menschen und einiger (nicht aller) Thiere, z. B. des Schweins, wird durch warmes (30—40° C.) Salpeterwasser, sowie durch Fäulniss in Eiweiss umgewandelt und ist überhaupt diesem sehr nahe verwandt.

§. 7. Eiweiss.

Es ist der wesentliche Bestandtheil des serum und zeigt die Eigenschaften des Eiweisses in der Nahrung und nicht die des aus Eiweiss entstandenen Peptons. Es ist theils als freies Eiweiss, theils als Natronalbuminat vorhanden. Um letzteres zu coaguliren, muss das serum erst angesäuert werden. Es dreht die Polarisationsebene nach Links.

§. 8. Globulin.

Es ist eine dem Albumin und Casein verwandte Proteinsubstanz der Blutkörperchen, welche, verbunden mit dem Farbstoff derselben, Hämatin, den wesentlichen Inhalt der Blutkörperchen ausmacht, Globulohämatin s. cruor sanguinis. Das Globulin wird auch Hämato-

krystallin genannt, weil der Inhalt der Blutkörperchen krystallisirbar ist. Wenn man cruor sanguinis auf einem Objectglase eine kurze Zeit der Luft aussetzt, dann mehrmals dagegen haucht, um CO_2 damit zu verbinden, ein Deckgläschen darauf legt, so entstehen alsbald schöne rothgefärbte Krystalle, die bei verschiedenem Blute prismatisch, tetraëdrisch, hexagonal und rhomboëdrisch sind. Im Magen von Blutegehn, welche gesogen haben und ungefähr 8—14 Tage aufbewahrt wurden, finden sich diese Krystalle oft in grosser Menge.

§. 9. Hämatin.

Hämatin.
Hämin.

Der Blutfarbstoff wird aus dem cruor durch Behandeln mit schwefelsäurehaltigem Alkohol, in welchem er löslich ist, erhalten. Auch er ist krystallisirbar; wahrscheinlich sind die Krystalle, welche man Häminkrystalle nennt, nur veränderte Hämatinkrystalle. Man erhält die rhombischen Häminkrystalle durch Erhitzen von Blut mit Eisessig. Mit dem Hämatin ist Eisen verbunden.



250

Häminkrystalle.

§. 10. Eisen.

Nachweisung
von Eisen im
Blute.

Das Eisen wird durch die gewöhnlichen Reagentien auf Eisen im frischen Blute nicht angezeigt. Wird Blutasche mit Salzsäure erhitzt, so färbt sich die filtrirte Lösung durch Kaliumeisencyanür blau, durch Rhodankalium roth. Leitet man Chlorgas in Blut, so entstehen starke Blasen, das Blut wird entfärbt, grau-weiss; die filtrirte gelbliche Flüssigkeit reagirt auf Eisen. Auch andere organische Substanzen lassen, wenn sie alkalisch gemacht werden, das Eisen nicht erkennen. Wird Zuckerwasser in einem Reagensgläschen mit einem Tropfen einer Lösung von salzsaurem Eisenoxyd gefärbt und werden einige Tropfen von Ammoniak hinzugefügt,

und umgeschüttelt, so wird die bräunliche Flüssigkeit durch die gewöhnlichen Reagentien auf Eisen nicht geändert. Diese wirken erst, wenn etwas Säure hinzugegan wird.

§. 11. Blutgase.

Sie betragen ungefähr halb soviel als das Blutvolumen. Die grösste Menge von ihnen macht die CO_2 aus; mehr als die Hälfte. Die Menge des N ist sehr verschieden, zwischen 2 und 12 %. Die Menge des O im arteriellen Blut ist grösser als im venösen. (Vgl. S. 22.)

Man erhält die Blutgase durch Erhitzen des Blutes im luftleeren oder luftverdünnten Raume. Sie sind theils absorbirt, theils chemisch gebunden. Die CO_2 ist zum grossen Theile absorbirt, das O grösstentheils in lockerer chemischer Verbindung mit den Blutkörperchen.

§. 12. Blutasche.

Mehr als die Hälfte der Blutasche besteht aus Chlornatrium. Unter den Säuren (Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure) ist die Phosphorsäure vorwaltend (9—11 %), unter den Basen (Natron, Kali, Kalk, Bittererde, Eisenoxyd) das Kali (12 %) und Eisenoxyd (8 %).

§. 13. Quantität des Blutes.

Nach den neuesten Untersuchungen kommen auf 100 Pfd. Körpergewicht im Mittel 7,7 Pfd. Blut.

In einem Cubikmillimeter Blut finden sich $4 - 5\frac{1}{2}$ Millionen Blutkörperchen, auf 1000 gefärbte Blutkörperchen 1—2 ungefärbte, welche jedoch während der Verdauung, durch Aderlässe, bei Milzanschwellung, durch tonische Arzneimittel zunehmen.

§. 14. Farbe des Blutes.

Das Hämatin, von welchem die Blutfarbe herrührt, wird von verschiedenen Gasarten verändert. Sauerstoff färbt es hellroth, CO_2 dunkelroth, Kohlenoxyd und ölbildendes Gas kirschroth, Mineralsäuren braunroth. — Stoffe, welche die Blutkörperchen ausdehnen, wie Wasser, machen das Blut dunkler, während solche, welche die Blutkörperchen zusammenziehen, wie die meisten Salze, das Blut heller machen. In diesem Falle gleichen die Blutkörperchen concaven Spiegeln und reflectiren das Licht, in jenem können die farbigen Elemente mehr durchdringen und werden sichtbar, zugleich wirken die sphärischen Blutkörperchen wie Convexspiegel. Wird die dem Blute zugesetzte Wassermenge beträchtlicher, so hellt sich in Folge der Verdünnung das Blut auf.

Zweites Kapitel.

Blutcirculation.

§. 15. Beschreibung des Blutumlaufs.

Grosser
Kreislauf.

Das arterielle Blut gelangt aus dem linken Ventrikel in die Aorta und deren Verzweigungen, geht ununterbrochen aus den feinsten Arterien in Capillargefässe über und von da gleichfalls ununterbrochen wieder in Venen. In den Capillargefässen ist das Blut dunkel geworden. Das Blut der Venen, welche als directe Fortsetzungen der aus den Arterien hervorgehenden Capillargefässe zu betrachten sind, sammelt sich endlich in zwei grossen Venen, vena cava superior (10''' Durchmesser) und inferior (15''' Durchmesser). Beide münden an der hintern Wand des rechten Vorhofs. Die Herzvenen enden direct im rechten Vorhofe,

ohne erst in die Hohlvenen einzutreten. — Den Umlauf, welchen das Blut vom linken Ventrikel bis zum rechten Vorhof macht, nennt man den grossen Kreislauf.

Aus dem rechten Vorhofe tritt das dunkle Blut in den rechten Ventrikel, aus ihm in die arteria pulmonalis, vertheilt sich durch deren Ausbreitungen in ihren Capillargefässen, wird in denselben wieder hellroth und kehrt als arterielles Blut in den linken Vorhof zurück, in welchen die vier venae pulmonales münden. — Den Umlauf, welchen das Blut vom rechten Ventrikel bis zum linken Vorhofe macht, nennt man den kleinen Kreislauf.

Kleiner
Kreislauf.

Man pflegt endlich auch von einem Pfortader-kreislauf zu sprechen und versteht darunter den Umweg, den das Venenblut der Milz, des pancreas, des Magens und des grössten Theils des Darms, kleiner Aeste der Gallenblase und Gallenkanälchen macht, indem es, ehe es in die vena cava inferior überfliesst, erst durch die vena mesenterica superior, vena lienalis und vena gastrica superior in die vena portarum übergeht und durch die aus der vena portarum entstehenden Capillargefässe sich in der Leber verbreitet und dann erst durch die Lebervenen in die vena cava inferior gelangt.

Pfortader-
kreislauf.

§. 16. Zweck der Blutcirculation.

Das Blut soll innerhalb der Gefässe zu allen den Theilen des Körpers, welche an der Ernährung theilnehmen, gelangen, damit die Blutflüssigkeit und die Blutgase durch die Wandungen der Capillargefässe durchdringen, während wiederum andererseits die zwischen den Gefässen vorhandenen Flüssigkeiten und Gase von Aussen nach Innen durch die Wandungen der Capillargefässe gehen. Es ist mithin ein doppelter Strom des Blutes vorhanden, nämlich 1) ein Fliessen durch

Director und
Diffusions-
strom des
Bluts.

das Bett der Gefässe und 2) ein Diffusionsstrom durch die Wandungen.

§. 17. Bedingungen für die Herstellung des Blutlaufs.

Druckdifferenz.

Die Bewegung des Blutes wird dadurch ermöglicht, dass, wie bei Bewegungen aller Flüssigkeiten, dasselbe von dem Orte des stärkern Druckes nach dem Orte geringern Druckes hingeführt werde; mit andern Worten: es muss eine beständige Druckdifferenz unterhalten werden. Am Anfange des Gefässsystems, d. h. da, wo die Arterien aus den Ventrikeln herauskommen, ist der Druck grösser als am Ende, d. h. da, wo die Venen ihren Inhalt in die Atrien ergiessen, weil dort das Blut aus den Ventrikeln ausgepresst wird und sich in den Arterien anhäuft, hier aber in einen grössern Raum ausfliesst. Ebenso ist an einer Spritze der Druck da, wo der Stempel auf die Flüssigkeit wirkt, grösser als da, wo diese ausfliesst und wo nur der Druck der atmosphärischen Luft noch einen Widerstand veranlasst. Jeder Druck setzt bewegende Kräfte voraus. Die bewegenden Kräfte, welche bei der Blutcirculation in Betracht kommen, bestehen:

- 1) in der Contraction der Muskelfasern des Herzens,
- 2) in der Elasticität der Arterien,
- 3) in der Contractilität der Arterien,
- 4) in dem Luftdrucke.

§. 18. Blutdruck.

Entstehung von Druck.

Jede bewegende Kraft leidet dadurch einen Abbruch und bleibt nicht in ihrer ganzen Stärke bestehen, weil andere Kräfte vorhanden sind, welche nach entgegengesetzter Richtung wirken und welche daher der bewegenden Kraft einen Widerstand entgegenstellen.

Ueberall, wo die bewegende Kraft einen Widerstand erfährt, übt sie einen Druck aus. Wenn auf eine Flüssigkeit eine bewegende Kraft einwirkt, so leistet dieselbe zunächst durch ihre Masse selbst, d. h. durch die Cohäsion, mit welcher die Flüssigkeitstheilchen an einander haften, Widerstand. Dieser ist jedoch bei vielen, nicht zähen Flüssigkeiten, z. B. Wasser, an sich gering, weil die Flüssigkeitstheilchen das Bestreben haben, sich zu verschieben. Die Verschiebung geht aber leichter oder schwieriger von statten, je nachdem die Möglichkeit zum Ausweichen gegeben ist. Diese hängt wesentlich von dem Raume ab, in welchem die Flüssigkeit enthalten ist, d. h. von den Wänden, welche sie einschliessen. So setzt sich also der Widerstand, welchen das Blut gegen die bewegende Kraft ausübt, zusammen aus der Cohäsion desselben und aus dem Widerstande der Gefässwandung, oder mit andern Worten: der Blutdruck besteht aus dem Drucke in Folge der Cohäsion und dem Seitendrucke.

Jedes gedrückte Flüssigkeitstheilchen drückt auf seine Nachbartheilchen ganz gleichmässig. Wenn wir uns die Blutsäule aus hinter einander liegenden Querschnitten zusammengesetzt denken, so werden alle Bluttheilchen in demjenigen Querschnitte, auf welchen die bewegende Kraft zunächst einwirkt, einem ganz gleichen Drucke ausgesetzt, wie auch die Theilchen der Wandung und wie alle Theilchen des zweiten Querschnitts. Es würde die ganze Blutsäule einen durchaus gleichen Druck erfahren, wenn nicht die bewegende Kraft selbst durch die Widerstände abnähme. Am Ende der Blutsäule ist dieselbe ausserordentlich viel kleiner als am Anfang. Die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Blut von der Stelle bewegt, an welcher es das Herz verlässt, bis zu der Stelle, an welcher es in das Herz zurückfliesst, würde beständig wachsen, weil der Druck stets geringer wird, je näher die Ausflussmündung ist,

Gleich-
mässigkeit
des Drucks.

wenn nicht während des Verlaufs die Widerstände die Geschwindigkeitsvermehrung mehr als aufheben.

Widerstände.

Unter den zwei oben genannten hauptsächlichsten Widerständen bildet derjenige, welcher von der Wand ausgeht, den bedeutendsten. Dieser entsteht wesentlich durch die Reibung. Die Unebenheiten der Wandung, wenn sie auch noch so gering sind, hindern das Fortfliessen. Die Reibung wird vermehrt an Stellen, an welchen sich Gefässe theilen, wo auch die Wirbel, die die Flüssigkeitstheilchen bilden, ein weiteres Hinderniss setzen. Die Reibung nimmt natürlich auch zu mit der Grösse der Wandung. In weiten Gefässen fliesst daher das Blut langsamer als in engen. Zwei Gefässe, welche aus einem ausgehen und zusammen einen grössern Durchmesser haben als jenes, verlangsamen gleichfalls den Blutlauf. Je näher der Längsachse des Gefässes, desto rascher läuft das Blut und umgekehrt. Durch die grosse Vermehrung der Wandungen in den Capillargefässen wird der bedeutendste Widerstand gesetzt. Die Geschwindigkeit und der Druck stehen in umgekehrtem Verhältnisse. Je grösser die Widerstände, desto stärker der Druck und desto geringer die Geschwindigkeit und umgekehrt. Der Widerstand, welchen die Wandung der Gefässe der bewegenden Kraft des Herzens entgegensetzt, ist aber nicht allein in der innern Fläche derselben zu suchen, sondern auch die Consistenz derselben, ihre Elasticität und der Druck, welcher von Aussen auf ihr lastet, vermindern ihre Ausdehnungsfähigkeit und wirken mithin der Herzkraft entgegen.

§. 19. Widerstandsmesser.

Um an irgend einer Stelle des Gefässsystems den Widerstand zu messen, welchen an dieser Stelle die bewegende Kraft erfährt, macht man bei einem lebenden Thiere eine Oeffnung in das Gefäss und setzt in

dasselbe ein Manometer (Hämatodynamometer) mit Quecksilber ein. Der Druck, den die Quecksilbersäule von dem in das Manometer einströmenden Blute erfährt, ist genau so gross wie der Druck, welchem die vor dieser Stelle liegende Blutsäule ausgesetzt ist, weil bei der Gleichmässigkeit, mit welcher sich der Druck ausbreitet, die Wandung ebenso gedrückt wird wie die Blutsäule. Der Seitendruck in der carotis ist gewöhnlich gleich 150—160^{mm} Hg., in der arteria metatarsae ungefähr 90^{mm}, in der vena jugularis oft nur 9. Der Blutdruck sinkt durch Blutentziehung; er ist im linken Herzen beträchtlich grösser als im rechten.

§. 20. Contraction der Herzmuskeln.

Die Muskeln der Vorkammern sind ohne muskulöse Verbindung mit den Muskeln der Kammern, wovon man sich am besten an gekochten Herzen überzeugt. Hingegen gehen sowohl in diesen als in jenen die Muskelfasern von einer Seite zur andern. In dem Ventrikel sind die Ausgangs- und Endpunkte der Muskelfasern die an den Oeffnungen der Ventrikel gelegenen annuli fibrocartilaginei und zweitens die Enden der m. papillares.

An den Ventrikeln sind zwar vier Oeffnungen vorhanden, zwei venöse und zwei arterielle; indess liegen die Oeffnungen der art. pulmonalis und die rechte Atrio-Ventricularöffnung viel weiter aus einander als die entsprechenden Oeffnungen auf der linken Seite. Ein Zipfel der Mitralklappe geht ununterbrochen in die innere Wandung der aorta, an dem sinus Valsalvae über. An gekochten Herzen, an welchen die Klappenreste weggenommen sind, sieht man daher nur drei Oeffnungen, indem die Aortenöffnung nur eine Ausbuchtung der Atrio-Ventricularöffnung ausmacht.

Die Muskelfasern des Herzens bestehen aus kernhaltigen Zellen, sind quergestreift; die Zellen stehen unter einander in Verbindung, sodass sie eine netzartige Verbreitung zeigen, und die einzelnen theilen sich.

§. 21. Herzhrythmus.

Drei Momente
der Herzbe-
wegung.

Der Herzhrythmus zeigt drei Momente:

1) systole atriorum, bei welcher sich sehr rasch gleichzeitig die beiden Atrien contrahiren;

2) systole ventriculorum, welche unmittelbar der erstern folgt und in der sich gleichfalls beide Ventrikel gleichzeitig zusammenziehen; sie dauert etwas länger als die systole atriorum;

3) eine kurze Pause.

Jeder aus diesen drei Momenten bestehende Abschnitt dauert bei Erwachsenen ungefähr 0,75—0,857 Secunden; hiervon kommen etwa 0,25—0,28 auf die systole atriorum, 0,375—0,429 auf die systole ventriculorum und 0,125—0,243 auf die Pause.

§. 22. Pulsus cordis.

Herzpuls.

Während der Zusammenziehung der Ventrikel fühlt man den Pulsschlag, pulsus cordis, in der Gegend der 5. und 6. Rippe. Er entsteht dadurch, dass die längliche Gestalt der Ventrikel in eine mehr runde übergeht, wobei sich die Spitze der Basis nähert. Alle einzelnen Theile der Herzventrikel bewegen sich in einer Richtung, welche dem septum in der Nähe der ostia arteriosa entspricht, und bei der stärkern Muskulatur des linken Herzens kommt eine Drehung von Links nach Rechts zu Stande. Hierdurch entsteht ein Stoss gegen die umliegenden Theile. Der pulsus cordis wird auch gefühlt bei geöffneter Brusthöhle. Die Wirkung der systole atriorum besteht darin, dass ein Druck auf

das in den Atrien befindliche Blut ausgeübt wird. Dasselbe weicht zwar auch gegen die Venen aus, am meisten aber in die Ventrikel, theils weil dahin eine grössere Oeffnung führt und die contractilen Venenmündungen sich zusammenziehen, theils weil der Druck in den gefüllten Venen grösser als in dem eben entleerten Ventrikel ist. Bei der systole ventriculorum kann das Blut nur in die Arterien treten, weil die Atrio-Ventricularmündung durch die Klappen verschlossen wird.

§. 23. Atrio-Ventricularklappen.

Während des Lebens ist das Herz niemals blutleer, ebenso wenig als das gesammte Gefässsystem. Es befindet sich auch Blut zur Zeit der diastole ventriculorum in dem Raume zwischen den Atrio-Ventricularklappen und der Ventrikelwandung. Durch den Druck, welchen dieses Blut während der systole erfährt, drängt es die Klappen gegen die Atrien und würde dieselben bis in die Atrien zurückführen, wenn nicht gleichzeitig die an den Klappenrändern angehefteten Sehnenfäden (*chordae tendineae*) durch die *m. papillares*, welche sich wie die übrigen Herzmuskeln contrahiren, gegen die Höhle angezogen würden.

§. 24. Semilunarklappen.

Da während der systole ventriculorum das Blut in den Ventrikeln einem grössern Drucke ausgesetzt ist als das Blut in der übrigen Blutsäule, so weicht es in die Arterien aus und öffnet die Semilunarklappen. Ist die systole vorüber, so sackt sich das Blut in die Taschenräume der genannten Klappen und ihre Ränder legen sich vollständig an einander, sodass kein Blut in die Ventrikel gelangen kann.

§. 25. Herztöne.

Zwei Herztöne.

Während der Ausbreitung der Atrio-Ventricularklappen, also während des Herzstosses und der systole ventriculorum, wird der erste, länger dauernde und dumpfere Herzton am deutlichsten gewöhnlich unter der 4. Rippe gehört. Während der Ausdehnung der Semilunarklappen, welche auf der rechten Seite dem Sternalende des zweiten Intercostalraums, auf der linken Seite der hinter der Sternalarticulation der 3. linken Rippe und dem daran stossenden Brustbeinstück liegenden Partie entsprechen, wird der zweite kürzere und schwächere Ton gehört.

§. 26. Elasticität der Arterien.

Puls.

Arterienpuls.
Ausdehnung.
Elasticität.

Durch das Blut, welches aus dem Herzen in die Arterien eingetrieben wird, werden diese ausgedehnt. Da aber die Arterien elastisch sind, so setzen sie der ausdehnenden Kraft einen Widerstand entgegen. Dieser wird grösstentheils durch die stärkere Herzkraft überwunden. Sobald die Herzcontraction zu Ende ist, macht sich die Elasticität geltend. Die Arterie erhält ihren vorigen Durchmesser, das in ihr enthaltene Blut erfährt dadurch einen Druck und weicht dahin aus, wo es am wenigsten Widerstand findet. Gegen das Herz hin verwehren die Klappen das Zurückweichen, es fliesst daher gegen die Capillargefässe, indem nämlich die Ausdehnung der Arterien mit der Entfernung von dem Herzen und also auch die elastische Kraft immer geringer wird; denn die bewegende Kraft, welche die Ursache der Ausdehnung ist, nimmt ab mit der Zunahme der Widerstände. Durch die Elasticität der Arterien geschieht es, dass das Blut beständig fliesst, auch zu der Zeit, wenn sich das Herz nicht contrahirt.

Die Ausdehnung und Zusammenziehung der Arterien folgen sich von dem Beginn bis zu dem Ende des Arteriensystems ausserordentlich rasch hinter einander; es entsteht eine wellenartige Bewegung in den Gefässwänden; man nennt dieselbe die Pulsbewegung.

Die elastische Arterienwand wird wie eine gespannte Saite durch das gegen sie andrängende Blut in Schwingungen versetzt. Zuerst dehnt sie sich aus, dann tritt sie in ihre Ruhelage zurück, das dadurch zurückgestossene Blut weicht nach beiden Seiten hin aus, gegen das Herz und gegen die Peripherie. Nach der Peripherie hin kann es bei dem geringern Widerstande ausfliessen, nach dem Herzen hin wird es an die geschlossenen Semilunarklappen hingeworfen und von da wieder zurückgeworfen, es stösst zum zweiten und dritten Mal an die Wandung an, es entsteht daher ein zwei-, drei- und mehrschlägiger Puls (*pulsus dicrotus* etc.), was man beobachtet, wenn man die Pulswellen aufschreiben lässt. Weil die rückschlagende Welle so klein ist, und weil alsbald ein zweiter Herzschlag erfolgt, so wird der dikrotische und polykrotische Puls, obwohl er normal stets vorhanden ist, doch nicht gefühlt. — Der Arterienpuls ist eine sogenannte positive Welle, in welcher die Wandung über den natürlichen Durchmesser hinaus ausgedehnt wird, ähnlich wie in der Wasserwelle die Erhebung über das natürliche Niveau, der Wellenberg. — In elastischen Röhren kann aber auch eine negative Welle entstehen, wenn die Röhre sich contrahirt, oder, was dasselbe ist, wenn die Flüssigkeit an einer Stelle periodisch aufgesogen wird. Eine solche negative Welle oder Wellenthal könnte am Ende des Venensystems zur Zeit der diastole atriorum entstehen. Wenn nämlich aus dem letzten Abschnitte der Venen das Blut in die Atrien fliesst, so würde die Wand derselben nicht wie im Arterienpulse ausgedehnt werden, sondern sich contrahiren, weil die Spannung geringer geworden ist.

Pulswellen,
positive, ne-
gative.

Die Schwingungen müssten nun von Stelle zu Stelle in den dahinter liegenden Wandungsstellen sich fortpflanzen und auf diese Weise ein Puls in den Venen entstehen. Dies ist aber thatsächlich nicht der Fall und wahrscheinlich deshalb, weil die Expansion der Vorhöfe nur langsam erfolgt. — Einige Beobachter nehmen an, dass auch während der systole atriorum Blut in die Atrien einfliesst. Dies ist nicht glaublich, weil der Druck in den Atrien ohne Zweifel grösser ist als der Blutdruck am Ende der Venen. Vielmehr findet ein Rückfluss statt, wie man sich auch bei Vivisectionen überzeugt.

Sphygmo-
graph.

Die Stärke des Arterienpulses hängt zunächst von der Grösse der Ausdehnung der Arterien ab und diese von der Grösse der bewegenden Kraft des Herzens. Der Puls nimmt ab und schwindet endlich mit dem Kleinerwerden der Arterien. In ihnen ist der Widerstand der Wandungen grösser als der Widerstand in der Blutsäule. Wenn in kleinen Arterien und in Capillargefässen das Blut sich anhäuft und dadurch der Druck wächst, wie bei Entzündungen, so wird auch in kleinen Arterien der Puls gefühlt. Bei lebenden Menschen kann man die Stärke des Pulses mittelst des Sphygmographen graphisch bestimmen. — Während der Puls entsteht, vergrössert sich die Arterie sowohl in ihrem Längen- als besonders in dem Querdurchmesser, daher die Bewegung des Fusses bei über einander geschlagenen Beinen. — Der Puls ist stärker, aber seltener in der Inspiration als in der Expiration. — Der Puls erfolgt später in Arterien, welche vom Herzen entfernt sind, als in nahen. Fühlt man die carotis am Halse und betrachtet zugleich die Fussbewegung bei über einander geschlagenen Beinen, so sieht man letztere ein wenig später eintreten; an der a. dorsalis pedis wird der Puls ungefähr $\frac{1}{6}$ Secunde später als in der a. maxillaris externa gefühlt.

§. 27. Contractilität der Arterien.

Die Arterien, besonders die kleinern, können sich in Folge von Reizungen, welche man auf ihnen selbst anbringt, verengern, aber auch durch Reizungen der Nerven, die zu ihnen hingehen. Die Contractilität unterstützt die Elasticität und vermindert die Ausdehnung, also auch die bewegende Kraft des Herzens. Bei Erschlaffung der Gefässmuskeln dehnen sich die Arterien aus.

§. 28. Gefässnerven.

Der wesentliche Gefässnerv ist der nervus sympathicus. Der Halssympathicus versorgt die Gefässe des Kopfes. Seine Ursprungsfasern liegen im Halsmarke und gehen durch die rami communicantes, namentlich des 5., 6., 7., 8. Hals- und des 1. und 2. Brustnerven zum Stamm des sympathicus. Die Gefässnerven für die Vorderextremität gehen vom untern Theile des Hals- und vom obern Theile des Brustsympathicus aus und die für die untere Extremität vom Lendentheile des n. sympathicus. Der Rückenmarksursprung der Gefässnerven für die Extremitäten ist noch nicht vollständig ermittelt. Wird der n. sympathicus an einem dieser Theile durchgeschnitten, so dehnen sich die Arterien aus, und wegen der Anhäufung der Blutkörper entsteht vermehrte Wärme. Das Blut fliesst langsamer. Wird der n. sympathicus gereizt, so ziehen sich die Gefässe oft so sehr zusammen, dass sie für das Auge ganz unsichtbar werden; das Blut fliesst in ihnen rascher. (Vgl. über die Gefässnerven und ihren Ursprung auch das betreffende Kapitel in der Nervenphysiologie.)

n. sympathicus, Gefässnerv.

§. 29. Anatomische Bestandtheile der Arterien.

Die Grundlage der drei Membranen, aus welchen die Arterien zusammengesetzt sind, ist Bindegewebe und elastisches Gewebe. In der intima hat das letztere ein netzförmiges, gefenstertes Ansehen. In der media ist es besonders reichlich in den grössern Arterien, während es in mittelgrossen abnimmt und in den kleinern kaum mehr vorkommt; auch in der adventitia ist es vorhanden. Auf der Innenfläche der intima sitzt ein spindelförmiges Epithel, dessen Kerne durch Karmin roth gefärbt werden. In der media, besonders der mittelgrossen und kleinern Arterien, finden sich cylindrische Muskelfasern.

§. 30. Capillargefässe.

Sie bestehen aus einer structurlosen, mit Kernen besetzten Membran, haben einen mittlern Durchmesser von $\frac{1}{300}$ ''' , sind am weitesten in dem Knochenmark und am engsten in der retina. In den Capillargefässen ist der Blutstrom wegen der ausserordentlich vielfachen Theilungen beträchtlich langsamer als in den Arterien. Man rechnet, dass ein Blutkörperchen in der Schwimmhaut des Frosches in der Secunde einen Raum von $\frac{1}{5} - \frac{1}{3}$ ''' durchläuft. Obwohl die Geschwindigkeit so gering ist, so ist doch die Menge des Ausflusses wegen der zahlreichen Theilungen bedeutend.

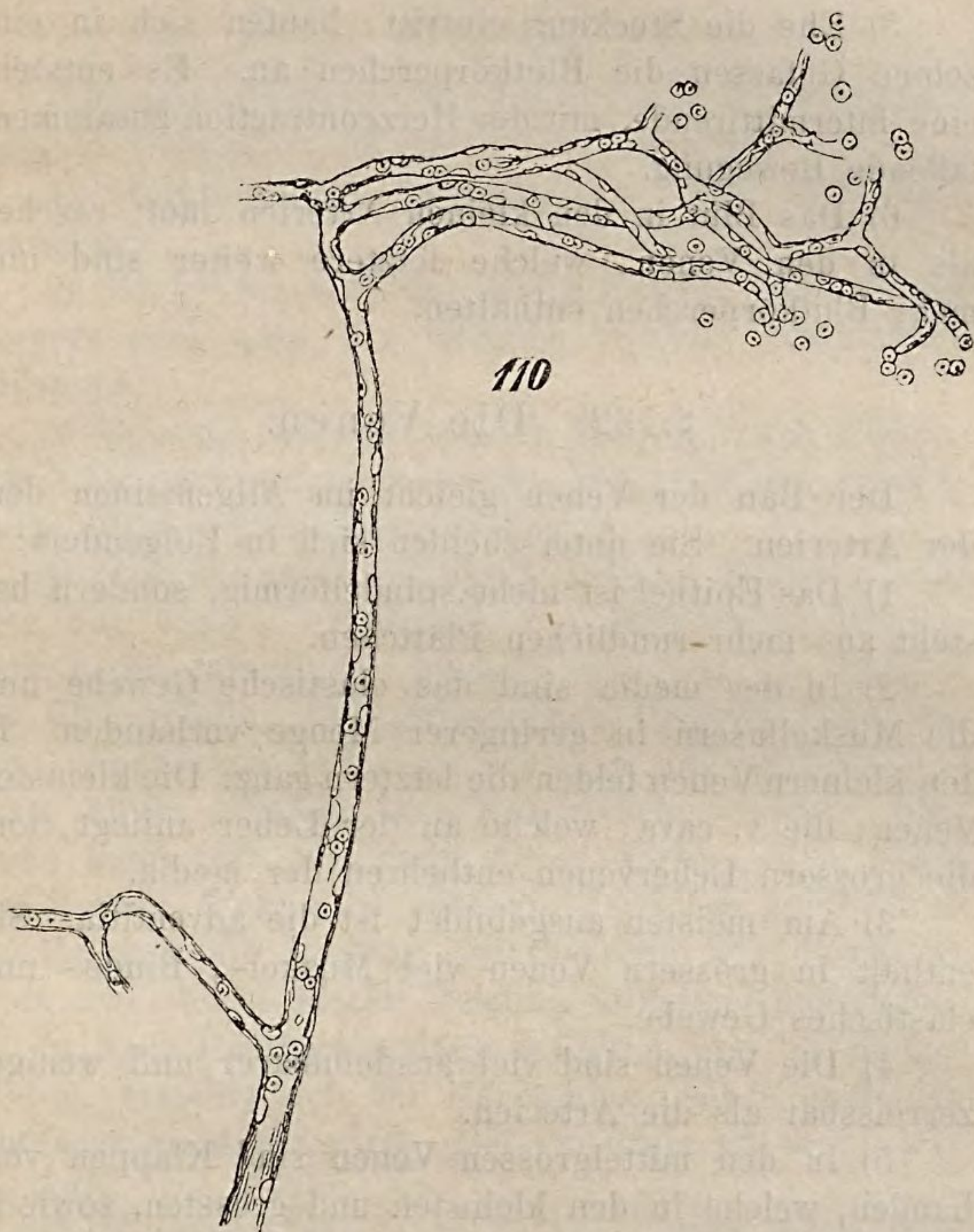
Geschwindigkeit des Blutlaufs in den Capillargefässen.

§. 31. Beobachtung der Circulation an durchsichtigen Theilen.

Man hat dabei auf Folgendes zu achten:

Poiseuille'scher Raum.

1) Am Rande bleibt eine sehr schmale, helle Stelle, der Poiseuille'sche Raum, frei von Blutkörperchen. Diese fliessen vielmehr in der Achse des Gefässes.



Capillargefässe aus der pia mater einer zwei Tage alten, frisch getödteten Katze, 110 mal vergrössert.

2) Am Rande wälzen sich langsam weiter die runden, ungefärbten Lymphkörperchen; oft bleiben sie an einzelnen Stellen lange stehen.

3) In den Blutkörperchen (des Frosches) ist kein Kern zu bemerken.

4) Wenn der zu untersuchende Theil trocken wird, oft auch ohne dies bei grosser Ruhe des Thieres, läuft das Blut langsamer und stockt an einzelnen Stellen.

Stockung des Blutes.

5) Ehe die Stockung eintritt, häufen sich in einzelnen Gefässen die Blutkörperchen an. Es entsteht eine intermittirende, mit der Herzcontraction zusammenfallende Bewegung.

6) Das Blut in den kleinen Arterien läuft rascher als in den Venen, welche letztere weiter sind und mehr Blutkörperchen enthalten.

§. 32. Die Venen.

Der Bau der Venen gleicht im Allgemeinen dem der Arterien. Sie unterscheiden sich in Folgendem:

1) Das Epithel ist nicht spindelförmig, sondern besteht aus mehr rundlichen Plättchen.

2) In der media sind das elastische Gewebe und die Muskelfasern in geringerer Menge vorhanden. In den kleinern Venen fehlen die letztern ganz. Die kleinsten Venen, die v. cava, welche an der Leber anliegt, und die grössern Lebervenen entbehren der media.

3) Am meisten ausgebildet ist die adventitia. Sie enthält in grössern Venen viel Muskel-, Binde- und elastisches Gewebe.

4) Die Venen sind viel ausdehnbarer und weniger zerreissbar als die Arterien.

5) In den mittelgrossen Venen sind Klappen vorhanden, welche in den kleinsten und grössten, sowie in den Venen des Pfortadersystems, der Lungen und des Gehirns fehlen.

Da der Raum, welchen die Venen und insbesondere die in das Herz einmündenden einnehmen, viel grösser ist als der der entsprechenden Arterien, so kann trotz der geringern Stromgeschwindigkeit in den Venen doch ebenso viel Blut in gleicher Zeit in die Atrien einfliessen, als aus den Ventrikeln durch die Arterien ausgeflossen ist.

§. 33. Herznerven.

Von dem Einflusse der Nerven auf die Herzbewegung ist Folgendes mit Sicherheit constatirt:

1) Wirkung der Gemüthsaffecte auf die Herzbewegung.

2) Starke mechanische Erschütterung des ganzen Körpers oder auch des Herzens bewirkt momentanen Stillstand. Herzstillstand.

3) Reizung des verlängerten Markes durch Elektrizität oder auch auf mechanische Weise bringt momentanen Stillstand des Herzens hervor.

4) Dasselbe geschieht durch Reizung beider n. vagi oder nur eines. Während des Stillstandes ist das Herz nicht contrahirt, sondern erweitert, gewöhnlich mit Blut gefüllt. Bei fortgesetzter Reizung fängt das Herz wieder von selbst zu schlagen an, weil die gereizte Stelle allmähig ihre Reizbarkeit verliert. Hingegen kann man unterhalb dieser Stelle, d. h. näher dem Herzen, nicht aber oberhalb derselben (weil durch die Reizung die Leitung unterbrochen ist) durch erneute und ebenso starke Reizung Stillstand bewirken.

5) Nach Durchschneidung beider n. vagi bei Säugthieren vermehrt sich der Herzschlag, sowie auch der Blutdruck verstärkt wird. Bei Fröschen ist dies nicht der Fall. Vermehrung des Herzschlags.

6) Manchmal wurde beobachtet, dass durch Reizung des n. vagus nach dem Tode, sowie auch verschiedener Stellen des Rückenmarks die Herzbewegung sich wieder vermehrte. Auch von verschiedenen Stellen des n. sympathicus aus hat man Vermehrung der Herzbewegung beobachtet.

§. 34. Ursache der Herzbewegung.

Das Herz bewegt sich nach Zerstörung von Gehirn und Rückenmark, selbst ausgeschnitten aus dem Kör-

per noch eine Zeit lang fort; bei Amphibien sogar noch Tage lang. Die bedingende Ursache muss also in dem Herzen selbst liegen. Welche es sei, ist noch nicht ausgemacht. Man hat drei Hypothesen darüber aufgestellt:

Blut. 1) dass das Blut die Herznerven, welche besonders dafür empfindlich seien, beständig zur Bewegung antreibe;

Ganglien. 2) dass die kleinen Ganglien, welche mit den Herznervenfasern verbunden sind, beständig die Muskeln zur Bewegung anregten, ähnlich wie das verlängerte Mark zur Respiration anregt;

Muskelfasern. 3) dass die Muskelfasern des Herzens ähnlich wie an den contractilen Zellen sich spontan zusammenziehen. (Die wahrscheinlichste Annahme.)

Ebenso wenig als die Ursache zur Herzbewegung überhaupt kennt man auch die Ursache der rhythmischen Bewegung.

§. 35. Wirkung des Luftdrucks auf die Herzbewegung.

Das Herz auf
seinen beiden
Flächen dem
Luftdrucke
ausgesetzt.

Wenn die beiden Herzoberflächen, die innere und die äussere, dem Luftdruck ausgesetzt sind, und es verändert sich die Dichtigkeit der Luft, sodass sie auf beide Flächen nicht mehr auf gleiche Weise wirkt, so muss nothwendig eine Veränderung in der Form des Herzens entstehen. Ist der äussere Herzdruck stärker als der innere, so wird das Herz comprimirt; ist umgekehrt der innere stärker als der äussere, so wird das Herz ausgedehnt.

Nun ist aber das Herz in der That an seinen beiden Flächen dem Luftdruck ausgesetzt. Zwischen Herz und Herzbeutel befindet sich eine dünne Lage wässriger, also nicht zusammendrückbarer Flüssigkeit; diese wird umschlossen von dem der Ausdehnung fähigen Herz-

beutel, welcher durch Bindegewebe an die pleura und zwar an das mediastinum derselben fest angewachsen ist. An dem mediastinum liegt luftdicht die Lunge an, und je nach der Dichtigkeit der in der Lunge enthaltenen Luft erleiden alle diese Theile und die äussere Herzoberfläche einen grössern oder geringern Druck.

Das Blut, welches die innere Fläche des Herzens bedeckt, steht gleichfalls unter dem Luftdrucke, weil die Gefässe an der Oberfläche des Körpers und daher auch ihr Inhalt diesem ausgesetzt sind.

Solange die Inspiration dauert, wird die Luft in den Lungen verdünnt, und aus demselben Grunde, weshalb während der Inspiration die äussere dichtere Luft durch Mund und Nase dringt, übt dieselbe auch zugleich während der Inspiration auf das Blut im Herzen einen stärkern Druck aus, das Herz wird ausgedehnt und es fliesst daher eine grössere Menge Blut nach dem Herzen, die Venen werden blass.

Venen während der Inspiration.

Während der Expiration ist die Luft in den Lungen dichter als die äussere, das Herz wird comprimirt, das Blut kann nicht mehr so leicht zufließen, die Venen füllen sich; aus einer angestochenen Vene fliesst, wegen der grössern Spannung, das Blut in grössern Bogen während der Expiration.

Während der Expiration.

Auch an dem Manometer bemerkt man, dass während der Expiration die Quecksilbersäule höher steigt als bei der Inspiration.

Zur Zeit der Pause zwischen der Expiration und Inspiration ist die Dichtigkeit der Lungenluft nicht verschieden von der der äussern atmosphärischen Luft. Obgleich nämlich die Lungen beständig ausgedehnt sind, weil ihre äussere Fläche von der Luft nicht umgeben ist, und obgleich durch die Elasticität der Lungen der Grad dieser Ausdehnung beschränkt wird, so hat dies doch keinen Einfluss auf die Dichtigkeit. Die Lungenluft

steht nämlich durch hinreichend weite Oeffnungen mit der äussern Luft in Verbindung, und die Elasticität der Lungen bekommt eine gewisse Ruhelage, aus welcher sie nur heraustritt, wenn eine Veränderung in der Dichtigkeit der Luft vor sich geht.

Lufteintritt in
die Venen.

Wenn eine Vene offen steht, so kann während der Inspiration Luft in sie eindringen, und indem dieselbe mit dem Blute weiter dringt und zusammengedrückt wird, kann sie die Blutcirculation aufheben und dadurch den Tod veranlassen.

§. 36. Geschwindigkeit des Blut- umlaufs.

Wenn in die Jugularvene einer Seite eine durch Reagentien leicht erkennbare Flüssigkeit eingespritzt wird, so ist man im Stande, bei Kaninchen in weniger als 10 Secunden, bei Hunden in weniger als 20 Secunden diese Flüssigkeit in der Jugularvene der andern Seite wieder nachzuweisen. Man wählt zur Einspritzung gewöhnlich Kaliumeisencyanür, für welches Eisenchlorid ein sehr feines Reagens ist. Man rechnet, dass beim Menschen die Dauer eines Kreislaufs nicht 25 Secunden beträgt, wenn er einen so grossen Weg wie den vorher bezeichneten macht; er ist natürlich viel kürzer in den arteriae coronariae. Die Geschwindigkeit des Blutumlaufs ist am geringsten in den Capillargefässen, in der Secunde durchläuft das Blut etwa einen Durchmesser von $\frac{1}{5}$ ''' (0,45^{mm}); am grössten in den grossen Arterien, man rechnet sie in der aorta auf 400^{mm}, in der carotis auf 300^{mm} in der Secunde. Die Menge des Blutes in dem Herzen ist so vertheilt, dass in jedem Abschnitte eine gleich grosse Menge enthalten ist. Man schätzt sie auf jedes Atrium und jeden Ventrikel an 160—170 Grm. (ungefähr 5 Unzen).

Blutmenge
in je einem
Atrium und
Ventrikel.

§. 37. Pulsfrequenz.

Im Allgemeinen verhält sich die Pulsfrequenz zum Athemholen wie 1 : 4. Bei neugeborenen Kindern ist sie im Mittel 136, im mittlern Alter 70, im hohen Alter etwas häufiger in der Minute; sie ist im Allgemeinen grösser bei weiblichen als bei männlichen Individuen, bei kleinern als bei grössern Körperlängen, bei Bewegungen als bei Ruhe, bei höherer als bei niederer Temperatur, bei niedrigem als bei höherem Barometerstand, bei Tage als bei Nacht. Durch Anhalten des Athmens wird der Puls langsam und zum Verschwinden klein. Anhalten des Athems.

Drittes Kapitel.

Chylus und Lymphe. Fortbewegung derselben.

§. 38. Bestandtheile von chylus und Lymphe.

Chylus ist Lymphe, gemischt mit den durch die Verdauungssäfte veränderten Nahrungsmitteln. Er unterscheidet sich in seinen Bestandtheilen namentlich durch seinen Fettgehalt von der Lymphe; im Uebrigen sind die qualitativen Bestandtheile beider wesentlich gleich. Sie bestehen beide aus einer Flüssigkeit, dem plasma, plasma und Lymphkörperchen. und den darin aufgeschlemmten Körperchen, den Lymphkörperchen oder weissen Blutkörperchen, $\frac{1}{200} - \frac{1}{500}$ ''' gross, mit einem, seltener zwei Kernen. Ausserdem enthält noch der chylus in sehr feinen, bei durchfallendem Lichte dunkel erscheinenden, vielleicht wie die Milchkügelchen mit einer proteinhaltigen Hülle umgebenen Körnchen Fett, welches feiner zertheilt gefun- Fett.

den wird am Ende als am Anfange der Chylusbahn. Der chylus des ductus thoracicus färbt sich an der Luft oft röthlich.

Fibrin.

Eiweiss,
Harnstoff,
Zucker, Ex-
tractivstoffe,
Salze.

Chylus und Lymphe gerinnen, wie das Blut, durch das in ihnen enthaltene Fibrin, welches jedoch weicher als das Blutfibrin ist (fibrinogene Substanz). Ausserdem enthalten beide Eiweiss, Harnstoff, Zucker, Extractivstoffe, Salze (wie im Blute) und Spuren von Eisen. Die Mengen von Eiweiss und Faserstoff sind sehr wechselnd, und die verschiedenen Analysen haben durchweg geringere Mengen beider Stoffe in der Lymphe als im Blute gegeben, Eiweiss meist 2—3 % (im Blute 7 %), Faserstoff 0,1 % (im Blute 0,3 %). Die festen Stoffe der Lymphe machen ungefähr $4\frac{1}{4}$ %, des Blutes 25 % aus. — Das Eiweiss in der Lymphe verhält sich wie das Bluteiweiss und nicht mehr wie Eiweisspepton.

Die Menge der Lymphe und des chylus, welche in 24 Stunden in den ductus thoracicus einfliesst, ist nicht hinlänglich bestimmt. Man schätzt sie auf $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ der gesammten Blutmenge.

§. 39. Lymphcirculation.

Richtung des
Lymphstroms.

Wie in den Venen läuft die Lymphe und der chylus in der Richtung von der Peripherie gegen das Herz. In der Regel ergiesst nur ein Stamm, der ductus thoracicus, die Lymphe und den chylus in die linke v. anonyma oder subclavia; doch sind Einmündungen noch an andern Venenstellen nicht ganz selten. Unterbindung eines Lymphstammes bringt eine Anschwellung an der vom Herzen abgelegenen Stelle der Unterbindung hervor; die Klappen, welche nach demselben Principe wie die Venenklappen gebaut sind, verbieten den Rückfluss gegen die Peripherie.

Klappen.

Bewegende
Einflüsse.

Die Fortbewegung der Lymphe wird unterstützt von den umliegenden Muskeln, auch von den Muskeln

der Lymphdrüsen, deren Balken reich an Muskelfasern sind, und der Lymphgefäße selbst, ferner durch den Blutdruck in den nebenliegenden Arterien, in dem Darne durch die Contraction der Muskelfasern der Zotten, während der Inspiration durch die Aspiration des Venenblutes, dessen Anhang die Lymphe bildet. Alle diese Mittel scheinen aber nicht hinreichend, die Bewegung vollends zu erklären; andere sind bis jetzt nicht aufgehehlt.

Man hat beobachtet, dass durch Nervenreizung (r. lingualis n. trigemini) der Lymphabfluss sich vermehrte.

§. 40. Bau des Lymphgefässsystems.

Einen wesentlichen Theil des Lymphgefässsystems machen die Drüsen aus, mit welchen zu- und abführende Lymphgefäße (*vasa afferentia* und *efferentia*) zusammenhängen. Zwischen beiden befinden sich die Lymphsinus, in welche die *vasa afferentia* hinein münden und in denen sie enden, während aus ihnen die *efferentia* hervorgehen. Diese Lymphsinus machen einen Theil der pulpa der Drüse aus, welche innerhalb des von vielen Balken gebildeten Maschenwerks gelagert ist und alle Lücken dieses Netzes ausfüllt. Ausser den Lymphsinus besteht die pulpa noch aus der eigentlichen, reichlich mit Gefäßen versehenen Drüsensubstanz, deren Grundlage ein faseriges Gewebe ist, welches in grosser Anzahl Lymphkörperchen enthält, die hier ihren Ursprung zu haben scheinen und von da aus in die Lymphsinus und Lymphgefäße gelangen.

In jeder Lymphdrüse unterscheidet man eine Rinden- und Marksubstanz, über deren nähere Beschaffenheit die mikroskopische Anatomie Aufschluss gibt.

Die mit der Hülle in Verbindung stehenden Balken besitzen zahlreiche glatte Muskelfasern.

Anfang der
Lymphge-
fäße.

Ueber den Anfang der Lymphgefäße in der Peripherie bestehen zwei verschiedene Ansichten: entweder dass sie mit dem Bindegewebe und insbesondere mit den Bindegewebskörperchen communiciren, oder dass sie geschlossene Netze bilden. Zu einem bestimmten Resultate ist man noch nicht gelangt.

Die Lymphgefäße besitzen drei Häute, von denen die media querverlaufende glatte Muskelfasern besitzt, die adventitia Längsfasern. — Alle drei Häute enthalten elastisches und Bindegewebe.

Vierter Abschnitt.

E r n ä h r u n g.

§. 1. Ueberblick.

Unter Ernährung versteht man den Complex von Erfordernisse der Ernährung. Erscheinungen, welche die Bildung und Erhaltung der einzelnen zum individuellen Leben nothwendigen Körpertheile umfassen. Sie beruhen darauf, dass 1) das Blut Stoffe aufnimmt und 2) abgibt; dass sich 3) aus den abgegebenen Stoffen die Körpertheile in dem Zustande erhalten, welcher dem Alter, dem Geschlecht, der Constitution, überhaupt der Individualität entspricht, und 4) Auswurfstoffe sich bilden und aus dem Körper geschafft werden.

Die Aufnahme von Stoffen ins Blut nennt man Resorption. Resorption, die Umwandlung der aus dem Blute austretenden Stoffe zu festen Körpertheilen (wozu die Blutkörperchen selbst gehören) Assimilation. Assimilation, die Umwandlung der aus dem Blute austretenden Theile zu Flüssigkeiten, welche meistens aus dem Körper ausgeführt werden, Secretion. Secretion. Strenge Grenzen lassen sich indess nicht festsetzen, vielfache Uebergänge finden statt. Mit jeder Secretion ist eine Assimilation und Re-

sorption, mit jeder Assimilation eine Secretion und Resorption verbunden.

Erstes Kapitel.

Resorption.

§. 2.

Stoffe, welche resorbirt werden, sind: theils

Nahrungs-
mittel.

a) die Nahrungsmittel, welche durch die Verdauungsflüssigkeiten in eine resorbirbare Form gebracht worden sind: Stärkemehl in Traubenzucker, Proteinstoffe in Peptone umgesetzt und dadurch löslich geworden, neutrale Fette emulsionirt; theils

Körpertheile.

b) Stoffe, welche im Körper sonst entstehen und zur Aufnahme fähig sind. So gelangt ein Theil der Gewebeflüssigkeit beständig ins Blut, bei Abmagerung wird das subcutane Fett resorbirt, im Alter die Alveolen der Zähne, in der frühesten Jugend der grösste Theil des Wolff'schen Körpers, der Thymusdrüse u. s. w.

§. 3.

Lösung der
Substanzen.

Erfordernisse, durch welche ein Stoff resorbirbar wird. Nur gelöste Stoffe und neutrale fein zertheilte Fette können resorbirt werden. Ob auch andere sehr fein zertheilte Stoffe aufgenommen werden können, ist nicht vollständig sicher. Pigment-, Kohlen- und Schwefelpartikelchen, welche auf die Zunge von Fröschen oder Kaninchen gebracht wurden, fanden sich allerdings im Blute wieder.

§. 4.

Kräfte, welche bei der Resorption wirksam sind. Sie sind zum Theil noch problematisch. Zu den wirksamen gehören:

a) der Blutdruck. Wenn die die Gefässe um- Blutdruck.
gebenden Flüssigkeiten unter einem stärkern Drucke
stehen als die innere Gefässfläche, so wird natürlich
eine Resorption stattfinden. Wenn der Blutdruck durch
Aderlässe, überhaupt durch Abnahme der Herzkraft ab-
nimmt, vermehrt sich, wofern alle andern Verhältnisse
gleich bleiben, die Resorptionsfähigkeit. Wird in eine
abgebundene Darmschlinge eines lebenden Thieres ein
gewisses Quantum einer gelösten Flüssigkeit eingespritzt
und in eine andere noch einmal so lange eine gleich
grosse Menge, so ist natürlich im ersten Falle der
Druck auf die kleinere Fläche grösser als im zweiten
Falle und hiernach auch die Resorption dort nicht etwa
halb so gross als hier, wie auch directe Beobachtungen
lehren. Ebenso ist die Resorption bei ähnlichen Ver-
suchen anfangs stärker als später, da durch die auf-
genommene Flüssigkeit mit dem anfänglichen Quantum
auch der Druck abnimmt.

b) Bei der Endosmose wirksame Kräfte, nament- Endosmose.
lich also 1) die chemische Affinität und zwar sowohl
der im Blute enthaltenen Flüssigkeiten zu den ausser-
halb desselben befindlichen, als auch der verschiedenen
Flüssigkeiten zu den Membranen; 2) die Capillarität. —
Es gibt Membranen, welche der Resorption einen be-
deutenden Widerstand setzen, und es machen dabei
die Flüssigkeiten als solche wieder einen Unterschied.
Zu solchen Membranen gehören die Oberhäute, sowohl
die der cutis als mancher Schleimhäute. (Ueber die
Resorption durch die Haut s. u. bei der Hautsecretion
§. 51.) Die Oberhaut der Magenschleimhaut lässt den
Magensaft nicht durchgehen, sodass dadurch der Magen
der Auflösung durch seinen Inhalt widersteht. Ebenso
verhält es sich mit dem Urin und der Galle; diese
Eigenschaft der Oberhäute scheint aber nach dem Tode
aufzuhören. — Durch die Oberhaut des Magens geht
Amygdalin leicht hindurch, Emulsin hingegen nicht. Amygdalin,
Emulsin.

Wenn man daher Emulsin in den Magen eines Thieres bringt und Amygdalin ins Blut spritzt, so bleibt das Thier gesund. Wenn man hingegen am andern Tage demselben Thiere Amygdalin eingibt und Emulsin ins Blut injicirt, so stirbt dasselbe sehr rasch, weil beide Stoffe zusammenkommen und dadurch Blausäure entsteht. — Viele Gifte, z. B. das so äusserst schnell tödtende Curare, wenn es ins Blut gebracht wird, sind wirkungslos im Magen.

Fettresorption.

c) Bis jetzt unbekannte Kräfte, welche den Durchtritt des Fettes durch gewisse Zellen bewirken. Bei der Thätigkeit der Zotten war schon davon die Rede. Der Bau der Zottenepithelien, welche sich durch ihren Basalrand auszeichnen, erklärt die Erscheinung ebenso wenig als eine andere Annahme, dass die Galle das Fett mechanisch mit sich in die Poren der Zottenepithelien reisse, weil nämlich nicht nur die Epithelien der Magenschleimhaut, besonders bei säugenden Thieren, sondern auch an andern Orten, z. B. an den Stimmbändern des Frosches, sehr gewöhnlich und oft in sehr beträchtlicher Menge mit Fetttröpfchen in ihrer ganzen Länge gefüllt sind. Auch ist nicht erklärt, durch welche Kräfte Fett in die Unterhautzellen gelangt und dieselben wieder verlassen kann, oder wie so viele Zellen, z. B. der Milchdrüse, der Leber, sich so leicht mit Fett füllen. — Oder soll man annehmen, dass erst nach dem Tode alle diese Hüllen durch eine Art von Gerinnung wie der Faserstoff entstehen?

§. 5.

Resorption durch Blutgefässe.

Die Stellen des Gefässsystems, an welchen die Resorption vor sich geht, ergeben sich grösstentheils aus dem Vorhergehenden. Es kommen in Betracht: 1) die Wände des Blutgefässsystems, um so mehr, je dünner dieselben sind, also Capillargefässe und Venen. Ein

Gift, z. B. Strychninlösung, auf die rein präparirte Wandung einer Vene gebracht, ruft in kurzer Zeit Krämpfe hervor, welche wieder aufhören, wenn alsbald die Vene unterbunden wird.

2) Die Lymphgefäße. Man hat beobachtet, dass nach Unterbindung der aorta abdominalis Kaliumeisen-^{durch Lymphgefäße.} cyanür, in eine Oeffnung unter die Schenkelhaut gebracht, doch ins Blut übergeht, dass ebenso zugeführtes Strychnin vergiftet, und hat diese Wirkungen der Resorption durch Lymphgefäße zugeschrieben. Indess wurde wiederum bemerkt, dass, wenn alle Anastomosen der Blutgefäße aufgehoben waren, dieselben nicht zu Stande kamen. — Die Lymphgefäße füllen sich ausserordentlich leicht, wenn man benachbarte Gefäße injicirt, was man an der Oberfläche der Leber sehr oft wahrnimmt, wenn man die Gallengefäße injicirt. — Wenn es sich bestätigen sollte, dass die Lymphgefäße mit Lücken des Bindegewebes oder mit Bindegewebskörperchen frei communiciren, so würde auf diesem Wege die Resorption sehr leicht erfolgen.

3) Die Epithelien an manchen Schleimhautflächen ^{durch Epithelien.} scheinen für die Fettresorption besonders geeignet.

Zweites Kapitel.

Assimilation.

§. 6. Allgemeines.

Die leichte Zersetzbarkeit der organischen Körper macht einen beständigen Wechsel der Theile, die sie zusammensetzen, nothwendig. Die Aufgabe der Lehre von der Ernährung besteht darin, diesen Wechsel kennen zu lernen.

Es lassen sich drei Gesichtspunkte ins Auge fassen:

Constanz der Kraft.

1) Der Uebergang der verschiedenen Kräfte, indem eine Kraft verschwindet und dafür eine andere an ihre Stelle tritt. So verwandelt sich chemische Affinität in die moleculare Bewegung, welche die Wärme bedingt, und in Elektricität; die Wärme in mechanische Bewegung, die chemische Affinität in Zellenthätigkeit u. s. w.

Chemische Umwandlung.

2) Verbindung verschiedener Stoffe, wodurch wieder Zersetzung entsteht, mit einem Worte: Bildung durch chemische Processe im Körper oder Mischungsveränderung.

Formenwechsel.

3) Entstehung bestimmter Formen, welche sich als Zellenthätigkeit bezeichnen lässt.

Diese drei Hapterscheinungen der Ernährung, Umwandlung der Kräfte, Chemismus und Zellenbildung, gehen immer Hand in Hand.

§. 7. Chemismus der Ernährung.

Die wesentliche Anregung zur chemischen Verbindung wird durch O gegeben. Die hauptsächlichsten Verbindungen sind folgende:

1) Bildung von Kohlensäure.

CO_2 . Die Kohle erhält der Körper aus der Nahrung. Wesentlich sind es die stickstofflosen Bestandtheile, Stärke, Zucker, Fett; aber auch die stickstoffhaltigen Bestandtheile, durch welche jene Bildung zu Stande kommt. Werden dem Körper die Nahrungsmittel entzogen, so werden Bestandtheile der organischen Theile selbst dem O ausgesetzt, zuerst das Fett. Damit die Kohlensäurebildung vor sich gehen kann, ist die Anwesenheit einer stickstoffhaltigen Substanz durchaus nothwendig.

2) Bildung von Wasser.

HO . O verbindet sich auch mit Wasserstoff zu Wasser.

3) Zersetzung des Wassers.

Nach neuern Beobachtungen soll sich im Körper ^{O im Körper.} vorhandenes Wasser zersetzen und O frei werden und somit nicht nur aus der Luft, sondern auch auf diesem Wege im Organismus O entstehen.

4) Umwandlung des Stickstoffs.

Der eingeathmete N aus der atmosphärischen Luft ^{N.} hat, soviel bekannt ist, wenig oder keinen Einfluss auf die organischen Thätigkeiten. Er geht unverändert aus dem Körper hinaus. Nur der N in der Nahrung oder vielmehr die stickstoffhaltigen Nahrungsbestandtheile erleiden vielfache Zersetzungen. Sie werden wesentlich in dem allgemein verbreiteten Eiweissstoff repräsentirt. Schliesslich geht der bei weitem grösste Theil von N in Form des Harnstoffs aus dem Körper heraus. Es finden jedoch eine Menge Zersetzungen statt, bevor dieses Endresultat erreicht ist. Man kennt indess bis jetzt noch nicht genau die Folge, in welcher ein Product aus dem andern hervorgeht. Zu solchen Zer- <sup>Zersetzungs-
producte des
N.</sup> setzungsproducten gehören das Leucin, Tyrosin, Hypoxanthin oder Sarkin, das Kreatinin, Allantoin, Harnsäure, Harnstoff.

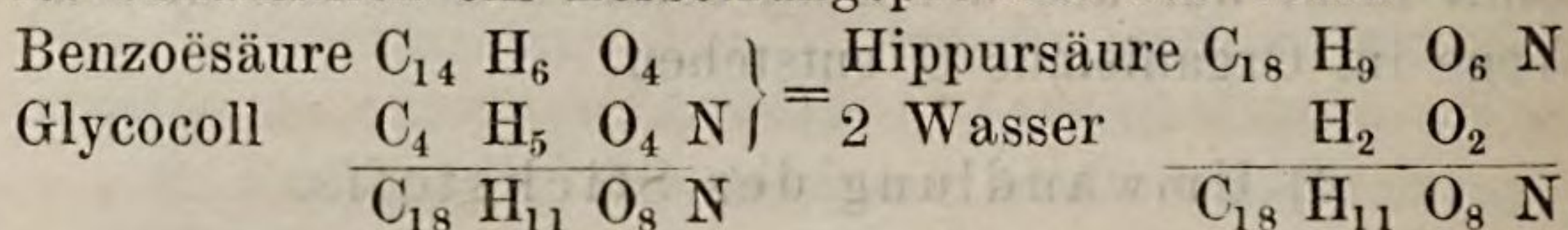
5) Verwandlung von stickstoffhaltigen Substanzen in stickstofflose.

Chitin wird durch Schwefelsäure in Zucker, Knor- <sup>Chitin, Knor-
pel, Adipo-
cire.</sup> pel durch Salzsäure in Traubenzucker umgewandelt. Die Bildung des Zuckers in der Leber, die Umwandlung von Muskelfleisch in Adipocire oder Fettwachs scheinen gleichfalls hierher zu gehören.

6) Umwandlung von stickstofflosen Substanzen in stickstoffhaltige.

Nach dem Genusse von Benzoë- und Zimmtsäure, <sup>Benzoë-,
Zimmtsäure.</sup> von Bernsteinsäure, Benzoëäther, Benzoilwasserstoff bil-

det sich die stickstoffhaltige Hippursäure. Man erklärt die Verwandlung der Benzoësäure in die Hippursäure durch eine Verbindung jener mit Glycocoll. Letzteres ist bekanntlich ein Zersetzungsproduct der Galle.



7) Umwandlung von stickstofflosen Substanzen in andere stickstofflose.

Stärke in
Zucker um-
gewandelt.

Zucker in
Fett.

Uebergang von Stärke in Zucker, d. h. von einem Kohlehydrat in das andere, geschieht sehr leicht im Körper durch Einwirkung von Speichel, dem infusum der Speicheldrüsen, von Darmsaft; aber auch der Zucker wird im Körper in Fett umgewandelt. Ein Schwein, welches in 13 Wochen 333 Pfd. Erbsen und 2275 Pfd. gekochte Kartoffeln, in welchen zusammen 8,6 Pfd. Fett enthalten waren, zur Nahrung bekommen hatte, wurde in dieser Zeit um 23,4 Pfd. fatter. Das Fett musste sich aus dem Stärkemehl gebildet haben. Bienen bereiten Wachs aus dem Zucker des Honigs.

§. 8. Formbildung.

Dass während des ganzen Lebens Organtheile sich neu bilden, wird durch folgende Erscheinungen erwiesen.

1) Das Wachsthum. Bis zu den vierziger Jahren nehmen Körperlänge und Gewicht zu, von da an bis zum Lebensende ab. Ein neugeborener Knabe misst im Mittel $\frac{1}{2}$ Meter, ein neugeborenes Mädchen 0,49. Das Gewicht des erstern beträgt im Mittel 3,20 Kilogramm, des letztern 2,91. In entsprechender Weise nehmen Gewicht und Länge der einzelnen Organe zu bis gegen die mittlern Lebensjahre. Manche Organe

sollen sogar während des ganzen Lebens an Grösse zunehmen, z. B. das Herz.

§. 9.

2) Regeneration. Die Wiedererzeugung von ^{Regeneration.} verlorenen oder in ihrem Zusammenhang getrennten Theilen beschränkt sich, soviel bekannt ist, beim Menschen auf

a) die Epidermoidalgebilde: Epidermis, Epithel, Nägel, Haare, solange deren matrix, die cutis, das Nagelbett, die Haarpapillen unversehrt geblieben sind;

b) die Krystalllinse, solange die Linsenkapsel noch vorhanden ist;

c) die Knochen. Ihre Regeneration hängt wesentlich von dem Periost ab, an dessen innerer Fläche sich neue Zellen bilden, aus denen Knochenzellen hervorgehen. Es entsteht sogar Knochen an einem Perioststücke, welches getrennt an eine andere Stelle des Körpers gelegt wird.

d) Nerven. Sie heilen rasch zusammen, wenn ihre Trennung mit einem scharf schneidenden Werkzeuge geschehen ist. Quetschungen oder Verletzungen mit Substanzverlust haben hingegen zur Folge, dass der nicht mehr mit den Centralorganen zusammenhängende Theil des Nerven fettig degenerirt, während der centrale Theil sich erhält. Die hintern Nervenwurzeln werden nur dann umgewandelt, wenn sie nicht mehr mit dem Spinalganglion in Verbindung sind. Ist aber der Schnitt so geführt, dass das Spinalganglion an dem Nerven bleibt, so degenerirt keine Faser desselben, während das andere Ende, welches mit dem Rückenmarke, aber nicht mit dem Ganglion zusammenhängt, umgewandelt wird. Man will indess auch neuerdings beobachtet haben, dass Nerven, welche von den Centraltheilen getrennt sind, zwar der Fettmetamorphose unterliegen,

dass aber später in ihnen normale Nervenfasern sich wieder entwickeln, ohne dass eine Verbindung mit den Centraltheilen zu Stande gekommen war.

e) Auch die Hornhaut kann sich theilweise regeneriren.

f) Bindegewebe. Unter allen Theilen des Körpers regenerirt sich das Bindegewebe, das überall mit einander communicirt, am leichtesten. Alle Lücken werden von ihm ausgefüllt, und wo andere Theile untergehen oder in ihrer Entwicklung leiden, wuchert das Bindegewebe.

Soviel man weiss, regeneriren sich Muskeln, Drüsen, Häute, die Centraltheile des Nervensystems nicht, ebenso Knorpel, sondern die verloren gegangenen Stücke werden durch Bindegewebe ersetzt.

§. 10.

3) Inanition. Durch Nahrungsentziehung nehmen die einzelnen Organe des Körpers an Gewicht und an Umfang ab. Die Milz verliert 71 %, die Leber 52 %, die Muskeln 42 %, die Knochen 16 %, das Nervensystem 1 %; am meisten verlieren hungernde Thiere an Fett (93 %) und an Blut (75 %). Im Mittel bösst ein Säugethier während des Hungerns $\frac{1}{25}$ seines Körpergewichts täglich ein.

§. 11. Zellenleben.

In welcher Weise die neuen Organtheile sich bilden, ist nur sehr wenig aufgeklärt. Ueberall scheint zuerst die Zellenform hervorzutreten. Es sind zwei Haupttheorien vorhanden über die Bildung neuer Zellen. Nach der einen bilden sie sich direct aus den Flüssigkeiten, welche durch die Nahrungsmittel und durch die Luft vermittelt der chemischen Umwandlung im Körper entstanden sind. Es ist dieses eine generatio aequivoca.

Nach der andern jetzt sehr verbreiteten Theorie entwickeln sich Zellen nur durch Fortpflanzung von schon vorhandenen Zellen, und da das Ei, die ursprünglichste Zelle, wieder ein Abkömmling eines schon bestehenden Organismus ist, so findet eine Neubildung von Zellen gar nicht statt. Für die letztere Theorie sprechen:

a) der mit grosser Wahrscheinlichkeit bestehende analoge Vorgang bei der Zeugung vollständiger Organismen;

b) die meisten Beobachtungen; namentlich wurden Theilungen von Zellen bei Knorpeln, bei Muskeln, in dem Ei, an den Blutkörperchen mancher Thiere, sowie bei vielen pflanzlichen Zellen, endlich bei pathologischen Zellen beobachtet. Dagegen sprechen:

Neubildungen von Muskeln und Knochen in Geschwülsten. Man hat auch bis jetzt noch nicht in den einzelnen Organen absterbende und neu entstandene Zellen zu unterscheiden vermocht.

§. 12. Wachsthum der Zellen.

Die Zellen können der Breite, Dicke und der Länge nach wachsen. Wenn die Zellen der Länge nach wachsen, so spitzen sie sich an beiden Enden mehr oder weniger zu. Ihre Kerne vermehren sich und ihr Inhalt wird reicher. Ausser diesem Vorgange im Innern der Zellen vermehrt sich aber auch ihre Umgebung, die Intercellularsubstanz.

§. 13. Intercellularsubstanz.

Sie ist in verschiedenen Organen sehr verschieden. Bei vielen, z. B. Blutzellen, Lymphzellen, ist dieselbe flüssig; zwischen den Zellen im hyalinen Knorpel ist eine durchsichtige formlose Substanz enthalten, zwischen denen im Faserknorpel finden sich elastische Fasern; zwischen den Epithel- und Epidermiszellen ist keine

Intercellularsubstanz zu unterscheiden; zwischen den Knochenzellen ist erdige Substanz abgelagert; zwischen den Bindegewebskörperchen im Bindegewebe sind die sogenannten Bindegewebsfasern, welche in den meisten bindegewebhaltigen Substanzen bei fortschreitender Entwicklung den weitaus beträchtlichsten Theil des Gewebes ausmachen; zwischen Bindegewebskörperchen des elastischen Gewebes sind elastische Fasern, zwischen Bindegewebskörperchen der cornea geschichtete formlose Substanz enthalten.

§. 14. Art des Wachstums.

Wachsthum
durch appo-
sitio u. intus-
susceptio.

matrix.

Man nimmt zwei Arten des Wachstums an, durch appositio und intussusceptio. Das Wachsthum durch appositio ist dasjenige, bei welchem sich von irgend einer bestimmten Stelle aus, welche matrix genannt wird, immer neue Schichten bilden und die bereits vorhandenen vorwärts gedrängt werden. Dies ist der Fall bei den Nägeln, deren matrix das Nagelbett ist; bei den Haaren, den Epithelien, den Zähnen, der Linse. Bei den Knochen hat man geglaubt, diese Art des Wachstums dadurch zu zeigen, dass man Ringe um die Knochen gelegt hat. Solche Ringe dringen allmählig von der äussern Oberfläche nach Innen zu. Dies ist jedoch nicht ein Beweis für das Wachsthum, vielmehr werden durch den Reiz die Knochenelemente vermehrt und überwachsen den Ring; denn in solchen Fällen wird der Knochen nicht nur an der gereizten Stelle dicker, sondern in seiner ganzen Umgebung vermehrt sich sein Volumen und in der Markhöhle bildet sich Knochen-substanz. Die matrix der Knochen ist das Periost, wie die nach Verpflanzung desselben entstehende neue Knochenbildung an demselben zeigt.

Das Wachsthum durch intussusceptio denkt man sich an allen Stellen eines Organs zu Stande kommend.

Dahin gehört das Wachsthum der Muskeln. Dies geschieht wahrscheinlich von den Muskelkernen aus, welche in jungen Muskeln sehr zahlreich sind und sich rasch vermehren; es spaltet sich von einem Muskel an der Stelle eines Kerns eine sehr feine Faser ab und trennt sich allmählig von der Mutterfaser. Die ausgedehnteste Vermehrung im Körper zeigt das Bindegewebe, welches durch alle Organe verbreitet ist und sie alle unter einander verbindet, bei jedem Substanzverlust die Lücke ausfüllt, die Grundlage aller Theile ausmacht und bei den meisten krankhaften Neubildungen eine wesentliche Rolle spielt. Als intussusceptio ist die Entstehung und das Wachsthum durch Zellen- und Zellenkern-Theilung, sowie die spontane Zellenbildung aus einer plastischen Flüssigkeit (wenn solche wirklich vorkommt) zu betrachten.

Man glaubt, dass die Lymphkörperchen aus den sogenannten conglobirten Drüsen hervorgehen. Hierzu rechnet man Milz, Lymphdrüsen, solitäre und Peyer'sche Drüsen. Einzelne können daher, was man namentlich von der Milz weiss, ohne grossen Schaden exstirpirt werden, weil doch noch Quellen zur Bildung von Lymphkörperchen anderwärts vorhanden sind. Man nimmt ferner an, dass die Lymphkörperchen in Blutkörperchen sich umwandeln.

Conglobirte
Drüsen.

§. 15. Specifische Function der Zellen.

Ausser der Fortpflanzung und dem Wachsthum der Zellen, welche Eigenschaft sämmtlichen zukommt, gibt es noch andere, welche einzelnen eigenthümlich sind, andern fehlen. Dahin gehören die Bewegung und die Absonderung.

Bewegung der Zellen kommt vor allem den Muskelzellen, sowohl der quergestreiften Muskelfaser als der glatten, zu. Ausserdem wurden Bewegungen noch

Bewegung
der Zellen.

beobachtet: an den Samenfäden, den Flimmerzellen, an Pigmentzellen, an farblosen Blutkörperchen, Speichel- und Eiterkörperchen, an den Dotterkugeln, an den Eiern, an den Knorpelzellen, Zellen der cornea.

Die Secretionsfähigkeit der Zellen besteht darin, dass durch ihre Vermittelung aus der Blutflüssigkeit ein Secret gebildet wird.

§. 16. Bedingungen zur Thätigkeit der Zellen.

Es sind wesentlich drei, nämlich

Ernährung
von Organen
mit Blutge-
fässen und
ohne solche.

1) Zufluss von Ernährungsmaterial. Die Blutflüssigkeit als solche gibt dasselbe in den Theilen her, welche mit Blutgefässen versorgt sind. Es gibt aber auch Körpertheile, welche ernährt werden, ohne Blutgefässe zu erhalten; dahin gehören die Knorpel, welche nur bei Embryonen und im frühesten Alter Blut erhalten; der mittlere Theil der cornea, die Linsenkapsel. Man nimmt an, dass diese Theile durch die von der Blutflüssigkeit herstammende, überall verbreitete Tränkungsflüssigkeit versorgt werden, oder dass die Ausläufer, welche mit den Bindegewebskörperchen verbunden sind, feine Kanäle und die Bindegewebskörperchen Hohlräume darstellen, und dass auf diese Weise durch den ganzen Körper hindurch ein Röhrensystem sich zieht, welches überall ernährende Flüssigkeit hinführt.

2) Lebensthätigkeit der Zellen selbst.

3) Der Nerveneinfluss. Ob die Nerven auf das Wachsthum der Zellen direct einwirken, ist noch nicht ausgemacht. Man weiss nur, dass Missgeburten, denen ein Theil des Nervensystems fehlt, niemals mit Muskeln versehen sind, für welche die fehlenden Nerven bestimmt sind.

Der Einfluss der Nerven auf Bewegung der Mus-

keln ist constatirt, hingegen kein Einfluss derselben auf die Bewegungserscheinungen einzelner Zellen bis jetzt bekannt.

Die Wirkung der Nerven auf die Secretionen ist bei Gemüthsbewegungen aus dem alltäglichen Leben bekannt. Ein directer Beweis ist nur bei den Speicheldrüsen geliefert, deren Secretion auch ohne Blutzufuss vermehrt wird.

Nervenwirkung auf Secretionen.

Drittes Kapitel.

Elektricität.

Elektrische Ströme zeigen sich in dem Körper in deutlicher Weise in den Muskeln, in den Nerven und in der Haut.

§. 17. Erkennungsmittel elektrischer Ströme.

Man erkennt das Vorhandensein der Elektricität durch den Multiplicator und durch den stromprüfenden Froschschenkel. Der Multiplicator besteht aus zwei wesentlichen Theilen: 1) aus zwei parallel unter einander befindlichen Magnetnadeln, die durch ein verticales Stäbchen mit einander verbunden sind. Der Nordpol der einen und der Südpol der andern sind nach derselben Seite gerichtet, wodurch die Einwirkung des Erdmagnetismus vermindert wird. (Astasie der Magnetnadeln.)

Multiplicator.

2) Aus einer grossen Menge von Drahtwindungen, welche um das astatische Nadelpaar herumlaufen.

Wenn ein elektrischer Strom eine Magnetnadel umfließt, so entsteht eine Abweichung derselben. Diese Abweichung ist verschieden, je nach dem Eintritt der Elektricität, sodass, wenn z. B. die positive Elektricität

gegen den Nordpol einströmt und gegen den Südpol wieder ausströmt, die Magnetnadel sich nach einer andern Seite umwendet, als wenn die positive Electricität am Südpol ein- und am Nordpol austritt.

Der Multiplicator ist sowohl durch seine Astasie als durch die Drahtwindungen ausserordentlich empfindlich für die leisesten elektrischen Strömungen, und man kann nicht nur dieselben überhaupt durch ihn erkennen, sondern auch die Richtungen der Ströme, welche in einem Körper stattfinden, und zugleich kann unter besondern Umständen der Multiplicator als das Mass für die Stärke des Stroms benutzt werden, wozu übrigens andere Vorrichtungen dienen.

Polarisa-
tionsstrom.

Bei der Anwendung dieses Instruments kommt es wesentlich darauf an, dass nicht andere Electricitätsquellen vorhanden sind, welche auf denselben wirken, sondern dass nur die in dem thierischen Theile entwickelten Ströme erkannt werden. Da nun aber schon Ströme entstehen, wenn man Wasser durch Kupferdrähte verbindet und bei einem empfindlichen Multiplicator dadurch ein Ausschlag hervorgebracht wird, indem nämlich der Wasserstoff an den negativen, der Sauerstoff an den positiven Pol tritt (Polarisationsstrom), so müssen die Gefässe und die Flüssigkeiten, mit welchen die thierischen Theile in Verbindung kommen, solche sein, von denen man aus Erfahrung weiss, dass sie keine Zersetzung erleiden. Aus diesem Grunde wendet man Gefässe von amalgamirtem Zink an, und die Papierbäusche, auf welche die thierischen Theile gelegt werden, müssen mit einer beinahe concentrirten Lösung von schwefelsaurem Zink getränkt sein.

Stromprüfen-
der Frosch-
schenkel.

Der Froschnerv hat darin einen Vorzug vor dem Multiplicator, dass er bei ebenso grosser, wenn nicht noch grösserer Empfindlichkeit viel rascher die Electricitätsspannung anzeigt.

§. 18. Muskelstrom.

Man nennt die äussere Oberfläche des Muskels den natürlichen Längsschnitt, die Sehnen, in welche die Muskelfasern auslaufen, den natürlichen Querschnitt, einen im Querdurchmesser des Muskels gemachten Schnitt den künstlichen Querschnitt. Die geometrische Linie, welche die Längsachse des Muskels in zwei Hälften theilt, heisst der Aequator. Die stärkste Wirkung wird hervorgebracht, wenn der Muskel mit seinem Längsschnitt und seinem natürlichen oder künstlichen Querschnitt mit dem Multiplicator in Verbindung gebracht wird. Diesen Strom kann man den künstlichen Muskelstrom nennen; er geht von dem Längsschnitt durch den Multiplicatordraht zum Querschnitt und im Muskel selbst von dem Querschnitt zu dem Längsschnitt, sodass also in dem Multiplicatordraht der Längsschnitt positiv gegen den Querschnitt und in dem Muskel der Querschnitt positiv gegen den Längsschnitt ist. Ausser diesem Strome findet sich in jedem Muskel noch ein zweiter Strom zwischen seinen beiden Enden, den man den natürlichen Strom nennen kann. Er erscheint, wenn man zwei Punkte des Längsschnittes mit dem Multiplicator in Verbindung bringt. Man muss bemerken, dass die letzten Enden des Muskels nicht nur je einem Querschnitte gleich zu achten sind, sondern dass auch ihre Wirkung in distans geschieht. Je näher man daher dem einen oder dem andern Muskelende gewisse Punkte des Längsschnittes wählt, welche man mit dem Multiplicator in Verbindung bringt, desto mehr vermischen sich die Erscheinungen des einen Stroms mit denen des andern. Wenn z. B. zwei Punkte gewählt werden, von denen der eine im Aequator liegt, der andere einem Muskelende nahe, so hat man zwei Ströme, nämlich den, welcher durch den Muskel hindurchgeht, den natürlichen,

Längsschnitt,
Querschnitt,
Aequator
eines Muskels.

Künstlicher
Muskelstrom.

Natürlicher
Muskelstrom.

und den andern zwischen dem Aequator und dem als Querschnitt wirkenden Muskelende. Der Ausschlag fällt nun verschieden aus, je nach der Richtung, welche der natürliche Strom hat. Der natürliche Strom ist aber nicht bei allen Muskeln gleich und selbst nicht bei einem und demselben Muskel an beiden Seiten immer gleich. Beim *m. gastrocn.* geht er beständig vom Fussende nach dem Kopfende. Wenn man nun bei diesem Muskel einen Bausch an den Aequator, den andern nahe dem Fussende anlegt, so gehen beide Ströme in dem Muskel von dem Fussende nach dem Aequator. Sie verstärken sich daher. Wenn man in einem andern Falle hingegen den Aequator und das Kopfende mit dem Multiplicator verbindet, so geht der eine Strom im Muskel von dem Aequator nach dem Kopfende, der andere Strom von dem Kopfende nach dem Aequator und beide schwächen sich. Daher kommt es, dass im letzten Falle der Ausschlag immer geringer ist als im ersten, oder dass gar kein Ausschlag erfolgt. Oft kommt es vor, dass der natürliche Strom nicht nur ebenso stark, sondern stärker als der künstliche ist, und dann wird es möglich sein, dass daselbst bei einem künstlichen Querschnitt der Strom nicht vom Längsschnitt durch den Multiplicator nach dem Querschnitt, sondern umgekehrt, vom Querschnitt zum Längsschnitt geht, wie dies gewöhnlich bei den *m. gastrocn.*, *tibialis*, *peronaei* des Frosches der Fall ist.

Als Regel wird angegeben, dass solche Punkte des Längsschnitts, welche in gleicher Entfernung vom Aequator liegen (symmetrische Punkte), gar keinen Ausschlag geben; ferner, dass der Ausschlag in dem Grade sich vermehrt, je ungleicher die Entfernung der Punkte vom Aequator ist, und dass der grösste Ausschlag zwischen dem Aequator und der grössten Nähe des natürlichen Querschnitts bewirkt werden kann; endlich, dass die Richtung des Stroms von dem dem Aequator nahen

Punkte zu dem dem Aequator fernen Punkte geschehe. Dies Gesetz trifft jedoch nur zu in derjenigen Hälfte des Muskels, in welcher beide Ströme gleichlaufend sind, nicht aber in derjenigen, in welcher sie sich entgegengesetzt sind. Hier findet es sich vielmehr sehr häufig, dass durch das Anlegen symmetrischer Punkte ein grösserer Ausschlag erfolgt als durch das Anlegen unsymmetrischer.

Wenn man zwei künstliche Querschnitte mit dem Multiplicator verbindet, so soll gar keine Wirkung entstehen, wenn die Punkte die Längsachse des Muskels treffen, hingegen ein schwacher, wenn der eine Punkt weiter entfernt von dieser Längsachse als der andere liegt.

§. 19. Nervenstrom.

Zwischen zwei Längsschnitten des Nerven findet ein Nervenstrom. Strom statt, wenn die beiden Punkte ungleich weit von dem Aequator des angewendeten Nervenstücks liegen. Ebenso ist auch nur eine schwache Wirkung vorhanden, wenn die beiden Querschnitte angelegt werden. Der stärkere Strom gibt sich zu erkennen zwischen Längs- und Querschnitt und hat wie im Muskel durch den Multiplicatordraht eine Richtung von dem Längs- zu dem Querschnitt.

§. 20. Hautstrom.

Bei einem zu einem Röllchen zusammengewickelten Hautstrom. Hautstück eines Frosches, bei welchem die äussere Hautfläche nach Aussen liegt, zeigen sich gleichfalls starke und schwache Ströme. Die schwachen Ströme entstehen von zwei Punkten der äussern Oberfläche oder von zwei Punkten des Querschnitts. Sie nehmen in dem Masse zu, je näher der eine Punkt dem Querschnitt liegt. Starke Ströme zeigen sich, wenn die äussere

Oberfläche und der Querschnitt mit dem Multiplicator verbunden werden. Die Richtung derselben ist umgekehrt wie die des Muskels und Nerven, nämlich im Multiplicatordraht vom Querschnitt zum Längsschnitt.

Viertes Kapitel.

Wärme.

§. 21. Allgemeines.

Grad der
Eigenwärme.

Bei allen warmblütigen Thieren bleibt die Körperwärme nahezu auf derselben Höhe und ist nur innerhalb geringer Grenzen gewissen Schwankungen unterworfen. Sie beträgt bei dem Menschen in der Mundhöhle, Achselhöhle, Kniekehle und allen Theilen, welche nicht, wie die äussere Haut, einer beständigen Abkühlung unterworfen sind, $35 - 37,5^{\circ} \text{C.}$, $28 - 30^{\circ} \text{R.}$, $95 - 99,5^{\circ} \text{F.}$ Die Wärme der umgebenden Luft hat einigen, aber nur geringen Einfluss. Im Sommer ist die Eigenwärme etwas höher als im Winter. In heissen Klimaten zeigt sich bei einem und demselben Menschen die Temperatur etwa um $\frac{1}{2}^{\circ} \text{C.}$ höher als in warmen. Bei einer künstlichen Wärme der Luft von $99,44^{\circ} \text{C.}$ stieg doch die Körperwärme nur unbedeutend. Bei Thieren, welche in der Nähe der Pole leben, z. B. dem Polarfuchse, war die Körpertemperatur $+ 40^{\circ} \text{C.}$, die Lufttemperatur -25 bis 30°C.

§. 22. Bestimmung der Wärme.

Gefühl.
Thermometer.
Thermo-
multiplicator.

Der Wärmegrad kann durch die Gefühlsnerven, jedoch nur wenig genau bestimmt werden. Durch Thermometer und Thermomultiplicator lässt sich die Temperatur in Zahlen ausdrücken. Letzterer dient nur als ein Mittel, um zwei verschieden temperirte Körper-

stellen mit einander zu vergleichen. Wenn von zwei Metallstäben, z. B. Eisen und Kupfer oder Eisen und Silber, der eine an seinen beiden Enden mit dem andern zusammengelöthet und die eine Löthstelle mehr als die andere erhitzt wird, so entsteht ein elektrischer Strom, welchen die Magnetnadel des (mit dickem Drahte und wenigen Windungen versehenen) Thermomultiplicators anzeigt, wenn dieser in die Kette eingeschaltet wird, welche die Metalle schliesst. Um an einem thierischen Theile Versuche der Art anzustellen, lässt man zwei Nadeln anfertigen, von denen eine jede aus Eisen und Kupfer oder besser aus Eisen und Neusilber besteht, verbindet die beiden eisernen Enden durch einen Eisendraht, die beiden andern durch je einen Kupferdraht und diesen mit dem Multiplicator. Wird die Löthstelle der einen Nadel nur mit den Fingern berührt, so weicht die Magnetnadel ab. Sticht man eine Nadel in einen Körpertheil und die andere in einen zweiten, so entsteht eine Abweichung, wenn die Löthstelle der einen Nadel mehr als die der andern in Folge der etwa vorhandenen verschiedenen Temperatur erwärmt wird. So kann man auch z. B. ermitteln, ob vielleicht ein Muskel im Momente der Bewegung einen höhern Wärmegrad erreicht.

§. 23. Entstehung der Körperwärme.

Die wesentlichste Quelle der Körperwärme bildet die Verbindung von O mit C und H, und es scheinen hauptsächlich die stickstofflosen Nahrungsbestandtheile, welche im Körper zersetzt werden und ihren C und H zur Verbindung mit dem O hergeben, dazu verwendet zu werden. Durch Versuche an Thieren hat man festzustellen gesucht, ob durch die Verbrennung des durch die Nahrung in den Körper gebrachten H und C und des eingeathmeten O so viel Wärme erzeugt wird, um

Wärmebildung durch
CO₂ u. HO.

eine beständige Temperatur von 37° C. zu erhalten. Auf diesem Wege wurde gefunden, dass wenigstens 90—92 % der Körperwärme durch diese Verbrennung zu Stande kommen. Vollständig ermittelt ist es aber noch nicht, wie die gesammte Körperwärme entsteht.

Die Verschiedenheiten, welche man besonders im Blute der einzelnen Gefässe gefunden hat, rühren theils davon her, dass die Gefässe mehr oder weniger oberflächlich liegen und daher ihr Inhalt leichter abgekühlt werden kann, theils davon, dass das Blut durch Organe strömt, in welchen die Assimilation lebhafter vor sich geht. Das Blut der vena portar. und der vena hepatica ist wärmer als das Blut der aorta, weil in dem Darne und in der Leber mehr chemische Verbindungen erfolgen. Das Blut der vena cava inferior ist wärmer als das der vena cava superior, das rechte Herz wärmer als das linke, die Muskeln mit ihrem grössern Stoffwechsel wärmer als das Bindegewebe. Bei der Bewegung steigert sich die Wärme, ebenso während der Verdauung. Sie nimmt ab durch Entbehrung von Nahrung, durch Mangel an O, also durch seltenes Athemholen, in der Ruhe, im Schlafe. Beim Aufenthalt im kalten Seebade hat man ein Sinken der Eigenwärme beobachtet.

§. 24. Fortleitung der Wärme.

Wärmelei-
tung durch
das Blut.

Die wesentliche Ursprungsstelle der Wärme ist überall da, wo C und O zusammenkommen, im Blute und in der Umgebung der Gefässe. Das Blut leitet die Wärme an alle Körpertheile. Es hängt daher die Wärme eines Theils sehr davon ab, ob eine grössere Blutmenge in demselben enthalten ist, also auch von der grössern oder geringern Weite der Gefässe. Verengerung der Arterien bringt Abkühlung, Erweiterung derselben Wärmevermehrung hervor. Reizung der Ar-

terien oder der Gefässnerven verengt die Arterien und Lähmung der Gefässnerven erweitert sie.

§. 25. Wärmeentziehung.

Der Körper erleidet den grössten Wärmeverlust ^{Haut und Lunge.} durch die Haut- und Lungenoberfläche. Hingegen wird dem Körper durch die Nahrung, welche in der Regel beträchtlich höher temperirt ist als das Blut, Wärme zugeführt.

§. 26. Regulirung der Wärme.

Zur Wahrnehmung der bestimmten Eigenwärme des Körpers sind die Gefühlsnerven ^{Gefühlsnerven.} in hohem Grade geeignet und namentlich die der Haut und der Lungen. Abnahme der Temperatur hat einen Einfluss durch Vermittelung dieser Nerven auf das verlängerte Mark und dadurch auf die Respiration. Die vermehrte Einnahme des O hat eine vermehrte Wärmeerzeugung zur Folge. In dem verlängerten Marke liegt das Centralorgan für das Gefühl und für die Respiration. Steigt die äussere Temperatur, so dehnt sich die Haut aus und es dringt eine grössere Menge von Flüssigkeit durch dieselbe. Die Verdunstung wird vermehrt und dadurch nimmt die Wärme ab. — Wird der Körper in eine kältere Temperatur längere Zeit gebracht, so wird eine grössere Muskelkraft, namentlich für die Respiration und die Herzbewegung, in Anspruch genommen, die Nerven-thätigkeit leidet, es entsteht vermehrte Reizbarkeit, und um den normalen Zustand wiederherzustellen, wird nachher eine höhere Wärme erfordert, als die Eigentemperatur beträgt; das Athmen von O befördert die Ausgleichung.

Fünftes Kapitel.

A b s o n d e r u n g .

§. 27. Wirksame Kräfte.

secretio. Während das Blut durch die Gefäße des Körpers hindurchfließt, werden von demselben manche Bestandtheile getrennt, während andere wieder zu ihm hinzutreten. Diese Processe erfolgen durch die Gefäßwandung. Die Trennung nennt man Absonderung, secretio. Sie ist aber damit noch nicht beendet, wenn die Flüssigkeit durch die Wandungen getrieben ist, sondern es wird vielmehr die durchgedrungene Flüssigkeit noch weiter verwandelt. Man nennt diese durchtretende Flüssigkeit die Tränkungsflüssigkeit.

Tränkungs-
flüssigkeit.

Die Absonderungen erfolgen:

- a) in drüsigen Organen und zwar
 - α) in einfachen schlauchförmigen Drüsen (Lieberkühn'sche, Labdrüsen, Schleimdrüsen des pylorus, des uterus etc., Schweissdrüsen, gland. ceruminosae);
 - β) in röhrenförmigen Drüsen (Nieren, Hoden, Leber);
 - γ) in einfachen traubenförmigen Drüsen (die Schleimdrüsen der Respirationsschleimhaut, der Blase etc., Talgdrüsen, Meibom'sche Drüsen);
 - δ) in zusammengesetzten traubenförmigen Drüsen (Speicheldrüsen, Thränendrüsen, Milchdrüsen, Lungen, prostata, Cowper'sche und Bartholin'sche Drüsen);
- b) in serösen Membranen auf den mit Epithel bedeckten Flächen;
- c) in geschlossenen Follikeln (ovarium, Peyer'sche und solitäre Drüsen, Follikeln in der Mund-, Rachen-

und Uteruschleimhaut, thyreoidea) und in der gelapp-
ten thymus;

d) im Bindegewebe (Fett, Eiter).

Die Kräfte, durch welche die Absonderung be- Absonde-
rungskräfte.
werkstelligt wird, sind:

1) der Druck des Blutes, welcher auf die Innen- Filtration.
fläche der Gefässwandungen wirkt; man nennt dieses
Filtration. Man kann künstlich eine Filtration zu
Stande bringen, wenn man eine Glasröhre, welche die
Gestalt einer irdenen Pfeife hat, anwendet, den engern
Theil mit Quecksilber bis zu einer gewissen Höhe
und den weitem Theil mit Wasser oder einer wässe-
rigen Lösung füllt und diesen mit einem Stück Blase
zubindet. Nach einiger Zeit quellen Wasserperlchen
auf der äussern Oberfläche der Blase hervor.

2) Bei den Gasen, welche innerhalb des Blutes und
ausserhalb desselben sind, wirkt die verschiedene Dich- Diffusion der
Gase.
tigkeit derselben. Wenn das Blutgas dichter ist, so
dringt es nach Aussen, und wenn das an der Aussen-
wand der Gefässe befindliche Gas dichter ist als das in
dem Blute, so dringt es nach Innen.

3) Zwischen den Theilchen, aus welchen die Gefäss- Diffusion der
Flüssigkeiten.
Hydrodiffu-
sion.
wände bestehen, und den Flüssigkeitstheilchen, welche mit
ihnen in Berührung kommen, findet eine Anziehung
statt, welche verschieden gross ist, je nach den Flüssig-
keiten und nach den Bestandtheilen der Wandung. Aber
auch die Theilchen der Flüssigkeiten, welche an den
beiden Flächen der Wandung liegen, üben eine ver-
schiedene Anziehungskraft auf einander aus.

Dadurch findet eine Strömung der Blutflüssigkeit
in und durch die Wandung nach Aussen und wiederum
der Tränkungsflüssigkeit nach Innen zu statt. Es ver-
steht sich von selbst, dass in der Wandung sehr feine
Poren vorhanden sein müssen, welche jedoch nicht sicht-
bar sind. Die gegenseitige Strömung von Flüssigkeit

durch poröse Substanzen, z. B. durch Membranen, nennt man Endosmose und Exosmose oder Hydrodiffusion. Sie beruht wesentlich auf einer Affinität. Die einfachste Form ist die, in welcher zwei verschiedene Flüssigkeiten über einander stehen, z. B. Wasser und Salzlösung, oder zwei Salzlösungen. Wenn dieselben auch ohne alle Erschütterung über und neben einander gebracht worden sind, so vermischen sie sich dennoch, und zwar zuerst die sich berührenden Schichten; endlich haben sich alle Theilchen gegenseitig ausgetauscht, wobei natürlich eine Affinität nothwendige Bedingung ist.

Diffusions-
modalitäten.

Wird auf Eiweisslösung destillirtes Wasser gebracht, so dauert es ungleich länger, bis die Mischung erfolgt ist, als wenn man statt Eiweiss Kochsalzlösung oder Harnstofflösung nimmt.

Die Vermischung zweier Flüssigkeiten, welche nicht durch eine poröse Substanz von einander getrennt sind, erfolgt mehr oder weniger rasch. Dies hängt von folgenden Umständen ab:

a) von der Art der Flüssigkeit. Eiweiss, Zucker, Gummi gehen weniger rasch über als Salzlösungen.

b) Von der Temperatur, deren Zunahme den Uebergang erleichtert.

c) Von der Concentration. Je concentrirter, desto rascher im Allgemeinen der Uebergang.

d) Vom Druck.

Befindet sich zwischen den Flüssigkeiten eine poröse Substanz, wie eine Membran, so kommen folgende Beziehungen in Betracht:

a) die Natur der Membranen, ihr Durchmesser, ihre Dichtigkeit und andere unbekannte Umstände;

b) ob dieselben in einem geringern oder grössern Grade feucht sind;

c) mit welchen Flüssigkeiten dieselben bereits getränkt sind.

Eine Membran, welche Oel enthält oder Fett, lässt nicht leicht Wasser hindurchgehen. Durch die Membranfläche, welche mit Eisenchloridlösung in Verbindung steht, dringt eine Lösung von Kaliumeisencyanür schwer durch, während umgekehrt die Fläche, welche mit Kaliumeisencyanür in Verbindung steht, Eisenchlorid rasch durchlässt.

Wenn durch eine Membran Eiweisslösung hindurchgeht, so ist die hindurchgegangene Flüssigkeit weniger concentrirt als die aufgegossene, weil die Membranen Eiweiss zurückhalten.

d) Die Concentration der Flüssigkeit. Eine weniger concentrirte Chlornatriumlösung geht nicht so leicht durch als eine stärker concentrirte.

e) Die Nervenenerregung. Reizung der Nerven wirkt auf die Absonderungen durch Vermehrung oder Verminderung der Bewegungen in den Muskeln der Ausführungsgänge, aber ausserdem auf eine bis jetzt noch unbekannte Weise auf die Drüsenelemente selbst. Die Speichelsecretion kann durch Reizung des lingualis, facialis, glossopharyngeus und sympathicus vermehrt werden; die Milch- und Urinsecretion durch gewisse Gehirneinflüsse, ohne dass man den nähern Hergang bis jetzt genau kennt.

f) Die Theilnahme der Drüsenzellen. Manche Absonderungen enthalten constant Drüsenelemente. So finden sich z. B. in dem Samen die veränderten Zellen der Samenkanäle (Samenfäden), im Schleim die Epithelien der Schleimhäute und die Schleimkörperchen, in der Milch der Inhalt der Zellen der Milchdrüsen, welcher in Fett umgewandelt ist.

Bei andern Absonderungen scheinen die Zellen nur die chemische Metamorphose zu bewirken, wie in der Galle, zum Theil im Urin.

g) Chemische Veränderungen. Sie finden wahrscheinlich bei allen Absonderungen statt, theils schon

im Blute, theils erst in den Organen; das wichtigste Beispiel der ersten Art bildet die Harnabsonderung und die Kohlensäurebildung, das der zweiten Art die Gallenabsonderung.

§. 28. Gallenabsonderung.

Druckver-
hältnisse der
Leber.

In der Leber sind die Druckverhältnisse des Blutes bedeutend verändert. Das Blut der vena portarum, welches wahrscheinlich die wesentlichen Elemente der Gallenbereitung enthält, fliesst wie jedes Venenblut langsamer, weil es aus einem Capillargefäss hervorgegangen ist; die Geschwindigkeit wird aber in der Leber noch beträchtlich vermindert, weil die Pfortader von neuem sich in zahllose Capillargefässe auflöst und daher der Querschnitt aller Gefässe zusammengenommen einen ungleich grössern Durchmesser darstellt, als der des Stammes ist. Auch der Blutdruck muss natürlich in der Leber sehr abgenommen haben, weil die bewegende Kraft in Folge der vielen Widerstände beträchtlich gesunken ist; er ist zwar relativ grösser als die Geschwindigkeit, aber absolut sehr gering.

Pfortaderblut.

In dem Pfortaderblut ist das Fett in grösserer und der Wassergehalt in geringerer Menge enthalten als in dem Lebervenenblut. Der Faserstoff im Lebervenenblut fehlt entweder ganz oder ist wenigstens in viel geringerem Grade gerinnbar als der im übrigen Venenblut. Ohne Zweifel ist die grosse Menge von Wasser in der Galle die Veranlassung des geringern Wassergehalts im Lebervenenblut. Inwieweit aber die Umwandlung des Faserstoffs und des Fettes in der Leber, welches in grösserer Menge im Pfortaderblute als im Lebervenenblute enthalten ist, zur Bildung der Gallensäuren und des Zuckers verwandt wird, ist bis jetzt unbekannt.

Sechstes Kapitel.

Harnabsonderung.

§. 29. Allgemeines.

Zur Ausleerung des Harns gehören zwei Vorgänge, nämlich:

- 1) die Ausscheidung desselben innerhalb der Nieren,
- 2) die Ansammlung desselben in der Blase und die von Zeit zu Zeit erfolgende Entleerung aus der Harnröhre.

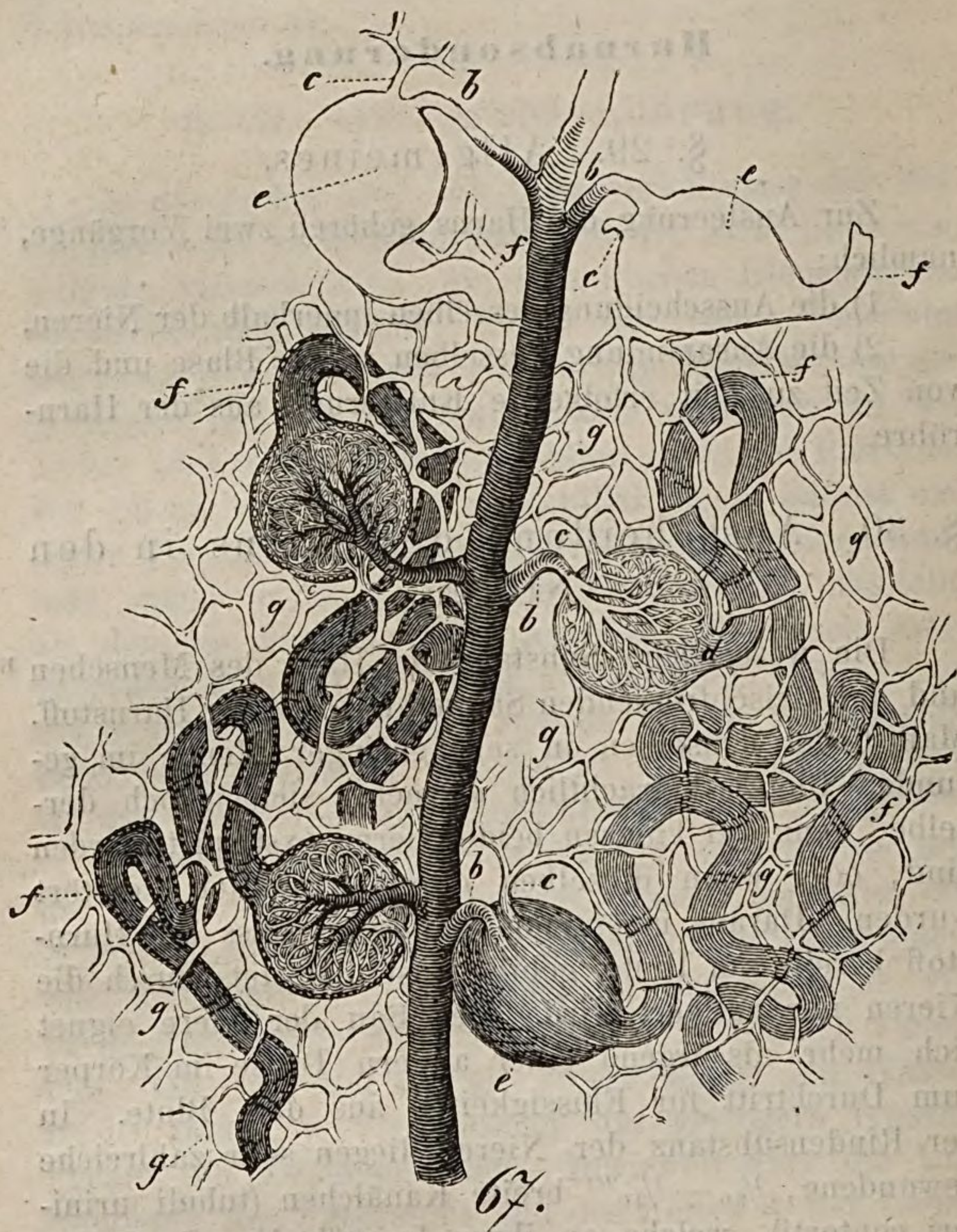
§. 30. Ausscheidung des Harns in den Nieren.

Die wesentliche Substanz im Harn des Menschen und der fleischfressenden Säugethiere ist der Harnstoff. Man findet denselben in sehr geringer Menge im gesunden Blute; beträchtlich vermehrt sich jedoch derselbe, wenn bei Thieren beide Nieren exstirpirt worden sind, oder wenn dieselben durch Krankheit zerstört wurden. Daraus muss man schliessen, dass der Harnstoff bereits im Blute gebildet ist und stets durch die Nieren nur entleert wird. Der Bau der Niere eignet sich mehr als irgend einer andern Drüse im Körper zum Durchtritt für Flüssigkeiten aus dem Blute. In der Rindensubstanz der Nieren liegen sehr zahlreiche gewundene, $\frac{1}{60} - \frac{1}{40}$ ''' breite Kanälchen (tubuli uriniferi contorti), welche an ihrer Innenfläche mit Zellen ausgekleidet sind. Der Anfang derselben wird durch eine Anschwellung (die Kapsel) gebildet, sodass von jeder Kapsel ein Nierenkanälchen ausgeht. Jede Kapsel ist durchbrochen von einem ein- und einem austretenden Gefässstämmchen. Das vas afferens ist ein Zweig

Harnstoff im
Blute.

Bau der
Niere.

eines Arterienastes, und das vas efferens geht in Capillargefäße über. Zwischen dem zu- und abführenden



Feiner Schnitt durch eine Hammelniere, bei welcher von der a. renalis aus die Injection mit Leim und Karmin sehr gelungen war. Ein Arterienast geht mitten durch, davon zweigen sich ab *b* die vasa afferentia; *c* vasa efferentia; *d* glomerulus; *e* Kapsel; *f* gewundene Harnkanälchen; *g* Capillarnetz. 67 mal vergrößert.

den Gefäße liegt ein rundes Knäuel vielfach mit ein-

ander verbundener Zweige; man nennt dieses Knäuel ^{glomeruli, Malpighi'sche Körperchen.} glomerulus. Er ist umhüllt von der Kapsel des Harnkanälchens; Kapsel und glomerulus haben den Namen corpus Malpighianum. Die zahlreichen Malpighi'schen Körperchen erscheinen dem blossen Auge als rothe Punkte in der Rindensubstanz der Niere. In der Marksubstanz verlaufen die Kanälchen gerade (tubuli uriniferi recti) und öfters treten zwei zusammen, um sich zu einem zu verbinden.

Man hat neuerdings beobachtet, dass in den Nieren ^{Schleifenförmige Nierenkanäle.} zweierlei Kanälchen vorhanden sind. Die einen derselben wenden oft schleifenförmig um, weshalb man vermuthete, dass dieselben grosse Schlingen bilden. Zu ihnen gehören die, welche mit den Kapseln zusammenhängen. Sie sind enger als die übrigen und haben ein pflasterförmiges Epithel, während das der übrigen cylinderförmig ist. Ob die Kapseln mit den schleifenförmigen Kanälen vollständige Ringe bilden und nicht mit den andern, die sich in den Papillen frei endigen, zusammenhängen, ist noch nicht aufgeklärt.

Der Blutdruck innerhalb der Malpighi'schen Körperchen ^{Druck und Geschwindigkeit des Nierenblutes.} ist wegen Zunahme des Querschnitts bedeutend vermehrt, die Stromgeschwindigkeit vermindert, daher kann der Durchtritt von Blutflüssigkeit beträchtlich sein. Die austretende Flüssigkeit wird sofort in den Kapseln gesammelt. Es ist bemerkenswerth, dass unter normalen Verhältnissen trotz des beträchtlichen Druckes doch kein Eiweiss im Urin sich vorfindet. Ob die Ursache darin liegt, dass die Gefässwandungen den Durchtritt nicht gestatten, oder dass die Zellen das Eiweiss in sich aufnehmen, ist unermittelt.

§. 31. Bestandtheile des Urins.

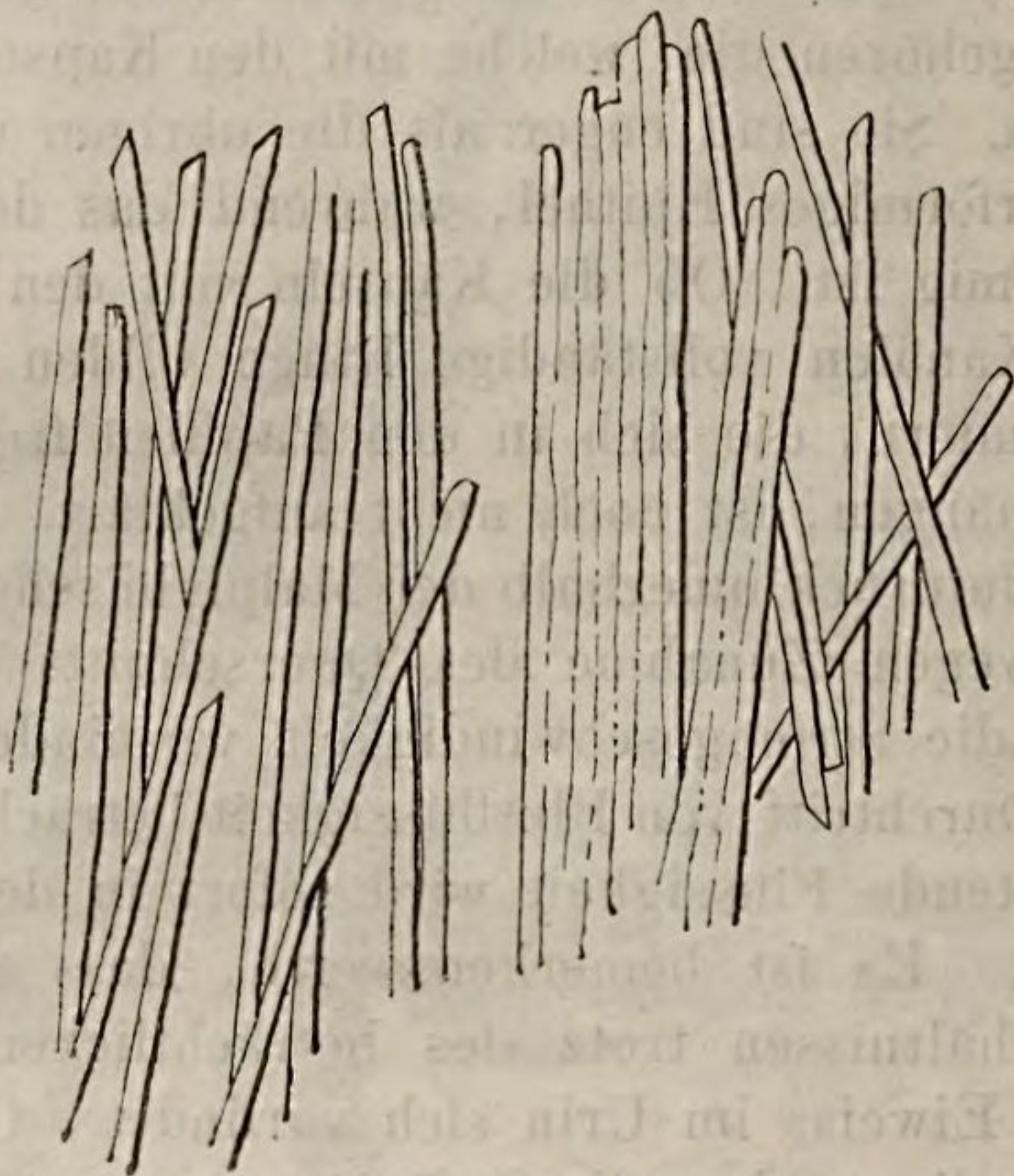
Der Urin enthält ungefähr 93 % Wasser und 7 % feste Substanzen. Die festen Substanzen sind Harn-

stoff, Harnsäure, Hippursäure, Kreatinin, Kreatin(?), Harnfarbstoffe und mehrere stickstofflose Säuren; ferner Chlornatrium, Chlorkalium, schwefelsaure Salze, saures phosphorsaures Natron, phosphorsaure Kalk- und Talkerde; sehr geringe Mengen von Ammoniak und Kieselerde; O, N und CO_2 . Die Gase sind in sehr geringer Menge vorhanden.

§. 32. Harnstoff.

Harnstoff.

Er ist leicht löslich in Alkohol und Wasser, kry-
stallisirt in farblosen Nadeln, entsteht künstlich durch



Krystalle von Harnstoff.

eine Verbindung von Cyansäure und Ammoniak, sowie auch bei Zersetzung der Harnsäure durch Salpetersäure.

Bereitung.

Man bereitet ihn aus dem Urine, indem man diesen bis zur Syrupsdicke verdunstet und gleichviel Was-

ser und Salpetersäure hinzufügt. Die entstehenden Krystalle des salpetersauren Harnstoffs werden gelöst und durch kohlsauren Baryt der Harnstoff geschieden.

Zur Bestimmung der Menge des Harnstoffs bedient man sich einer titrirten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd. Letzteres verbindet sich nämlich mit Harnstoff zu einem unlöslichen Tripelsalz. Die Lösung ist so titirt, dass man zu 0,1 Gran Harnstoff genau 10 C. C. jener Lösung bedarf.

Titrir-
methode.

Sobald mithin kein Niederschlag mehr entsteht, so ist man sicher, dass keine Spur von Harnstoff in der zu untersuchenden Flüssigkeit mehr vorhanden ist. Wenn dieser Zeitpunkt eingetreten ist, bringt ein Zusatz von kohlsaurem Natron eine braune Färbung hervor, weil sich die Salpetersäure mit dem Natron verbindet und das Quecksilberoxyd ausgeschieden wird. Bevor man bei dem Urine zur Bestimmung des Harnstoffs schreitet, müssen aber erst die Chloralkalien durch eine salpetersaure Silberlösung, die schwefelsauren und phosphorsauren Salze durch Barytwasser und eine Lösung von salpetersaurem Baryt ausgeschieden werden.

Der Harnstoff ist unter den Endgliedern, welche aus der Zersetzung der durch die Nahrung in den Körper gelangenden stickstoffhaltigen Körper, namentlich der Albuminate entstehen, das bei weitem wichtigste und wesentlichste. Er ist indess nicht das einzige, weil auch die Oberhäute, welche abgestossen werden, und die dem Körper entzogenen Beimengungen der Excremente dahin gehören; weil auch mit der expirirten Luft wahrscheinlich stickstoffhaltige Substanzen entleert werden, und endlich weil der Urin selbst stickstoffhaltige Substanzen enthält. Die Menge des Harnstoffs hängt ab:

Harnstoff, das
wichtigste
Stickstoff-
entleerungs-
mittel.

- 1) von der Menge der stickstoffhaltigen Nahrung;
- 2) von der Geschwindigkeit, mit welcher die Zersetzung der Albuminate vor sich geht;

Harnstoff-
menge.

3) von der Menge anderer stickstoffhaltiger Zersetzungsproducte.

Während z. B. bei reiner Fleischnahrung in 24 Stunden 53 Grm. Harnstoff entleert wurden, betrug die Menge desselben bei gemischter Kost 32 Grm., bei vegetabilischer 22, bei stickstofffreier 15 Grm. Wenn gar keine Nahrung dem Körper geboten wird, so hört doch die Harnstoffsecretion nicht auf, selbst nicht bei vollständiger Inanition, sondern nimmt nur bedeutend ab. Die stickstoffhaltigen Körpersubstanzen selbst bilden die Quelle der Absonderung.

Die Menge des Harnstoffs hängt ferner bei ausreichendem Nahrungsquantum von der Bildungsthätigkeit im Körper ab. Bei einem Kinde kommen ungefähr 0,81 Grm., bei einem Erwachsenen nur 0,42 auf 1 Kilogramm Körpergewicht. In der Nacht wird beinahe um $\frac{1}{3}$ weniger Harnstoff entleert als bei Tage. Wenn stickstoffhaltige Substanzen allein genommen werden, so wird mehr Harnstoff entleert, als wenn mit derselben Menge stickstoffhaltiger Nahrungsmittel zugleich Zucker oder Fett eingeführt wird. Dies rührt daher, dass im letztern Falle auch mehr CO_2 sich bilden kann und die Bildung der CO_2 die Stoffbildung der Gewebstheile unterstützt. Bei Muskelanstrengung ist im Ganzen die Zunahme des Harnstoffs nicht bedeutend.

Ort der Harnstoffbildung.

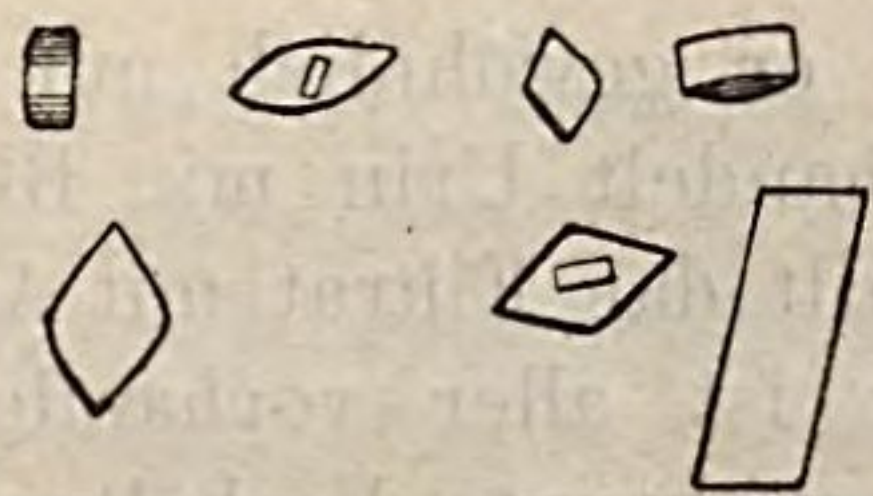
Wenn der Urin länger in der Blase bleibt, wird die Harnstoffmenge durch Zersetzung vermindert. Wahrscheinlich bildet sich der Harnstoff nicht allein aus schon geformten Gewebstheilen, sondern auch aus der Tränkungsflüssigkeit. Dies geht daraus hervor, dass schon wenige Stunden nach dem Genusse stickstoffhaltiger Substanzen der Harnstoff ansehnlich vermehrt ist, während aus andern Erfahrungen hervorgeht, dass die Bildung der Körpertheile nur langsam erfolgt. Einige Substanzen vermindern die Absonderung des Harn-

stoffs, namentlich das Coffein. Man schreibt demselben eine Verlangsamung in dem Zerfall der Proteinkörper zu. Hingegen soll ein Zusatz von Salpeter und Kochsalz die Harnstoffbereitung vermehren. Auch in verschiedenen Tageszeiten ändert sich die Harnstoffabsonderung, gleichviel ob Nahrung genommen wird oder nicht. Im Allgemeinen steigt sie vom Morgen bis zu den Nachmittagsstunden und fällt dann wieder.

§. 33. Harnsäure.

Man erhält dieselbe durch Eintröpfeln von Salzsäure in den Urin, in welchem sie zu Boden fällt. Sie braucht 10000 Theile Wasser zur Lösung. Die Löslichkeit wird hingegen durch phosphorsaures Natron beträchtlich vermehrt. Dieses Salz befindet sich beständig im Urin. Im Mittel wird in 24 Stunden von einem Erwachsenen 0,5—1,18 Grm. bei gewöhnlicher Kost entleert. Die Menge steigt bei animalischer und fällt bei vegetabilischer Kost.

Die Harnsäure krystallisirt in rhombischen Prismen und rectangulären Tafeln.



Krystalle von Harnsäure.

Wo sie im Urin krystallisirt gefunden wird, erscheint sie theils in Rhomben, theils in Form von Tönnchen und zwar gelb gefärbt von dem Farbstoff des Urins. Ein solcher Bodensatz löst sich durch

warme Natronlauge vollständig.

Häufig bilden die harnsauren Salze einen Bodensatz im Urin, besonders nach Indigestionen, nach Anstrengungen, im Fieber. Derselbe hat in der Regel eine gelbliche oder bräunliche Färbung, wird durch warmes Wasser gelöst und erscheint unter dem Mikroskope amorph. Er besteht in der Regel aus harnsau-

Harnsaure
Sedimente.

rem Natron. Harnsäure und harnsaure Salze lassen sich leicht erkennen, wenn man ein solches Pulver in einer Porzellanschale mit einigen Tropfen Salpetersäure langsam verdunstet und einen Zusatz von einer geringen Menge Ammoniak macht. Es entsteht dadurch ein purpurrother Fleck, Murexid (saures purpursaures Ammonium); durch Kali wird dasselbe blau.

§. 34. Hippursäure.

Hippursäure.

Sie ist meistens im Urine Erwachsener in geringer Menge, mehr bei Kindern vorhanden. Man erhält sie, wenn man den Rückstand des verdunsteten Urins mit Barytpulver reibt und das alkoholische Extract mit überschüssiger Oxalsäure vermischt und eindampft. Daraus entzieht Aether, vermischt mit $\frac{1}{6}$ Weingeist, Oxalsäure und Hippursäure. Kocht man nun die verdunstete Lösung mit Kalkmilch, so fällt der oxalsaure Kalk nieder und aus der abfiltrirten Flüssigkeit erhält man durch Salzsäure die Hippursäure.

§. 35. Traubenzucker.

Zucker.

Im normalen Harn kommt er gewöhnlich nur in geringer Menge vor. Man behandelt Urin mit Bleizucker und mit Bleiessig und fällt das Filtrat mit Ammoniak. In dem Niederschlag ist aller vorhandene Zucker enthalten. Viele noch unbekannte Verhältnisse veranlassen, dass manchmal die Zuckermenge im Urin verschwindend klein, manchmal deutlich nachweisbar ist.

§. 36. Farbstoffe.

Rother, brauner, blauer Farbstoff.

Man unterscheidet einen rothen eisenhaltigen Farbstoff, der wahrscheinlich aus dem Blutroth abstammt, und einen braunen, der wahrscheinlich von dem Gallenfarbstoff herrührt. Wiederholt hat man im Urin einen

indigobildenden Stoff (Indican) entdeckt, welcher durch Säuren in Zucker und Indigo zerlegt werden kann. Seine Abstammung ist unbekannt.

§. 37. Chlor.

Die Menge von Chlor im Urin nimmt zu nach der Menge des Chlors in der Nahrung. Wenn alles Chlor möglichst entfernt wird, so zeigt sich dennoch der Urin chlorhaltig. Es verschwindet nur allmählig aus demselben. Im Allgemeinen richtet es sich unter gleichbleibenden Verhältnissen nach der Menge der Harnentleerung. Es macht ungefähr $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ % des Urins aus. Man erkennt das Chlor, welches wesentlich als Chlornatrium erscheint, durch Zusatz einer salpetersauren Silberlösung.

Chlor.

§. 38. Schwefelsäure.

Sie ist an Kali und Natron gebunden und beträgt ungefähr $\frac{1}{5}$ %.

Schwefelsäure.

§. 39. Phosphorsäure.

Im Urin kommen phosphorsaure Erden, namentlich phosphorsaurer Kalk, aber auch phosphorsaure Magnesia und phosphorsaure Salze mit Kali und Natron vor. Die letztern wechseln ungefähr in dem Verhältniss wie der Harnstoff; sie sollen im Schlafe abnehmen, während die phosphorsauren Erden zunehmen. Durch Zusatz von Ammoniak zum Urin wird derselbe trübe, der gelöste phosphorsaure Kalk wird basisch und dadurch unlöslich; die phosphorsaure Magnesia verbindet sich mit Ammoniak zu dem unlöslichen Tripelsalz phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, welches in Prismen krystallisirt.

Phosphorsaurer Kalk u. Magnesia.

§. 40. Wasser.

Wassermenge
des Urins.

Die Wassermenge des Urins hängt ab:

- 1) von der Menge des genommenen Wassers;
- 2) von der Grösse der übrigen Absonderungen, mit welchen sie im umgekehrten Verhältniss steht. Bei stickstoffhaltiger Nahrung scheint die Urinmenge im Verhältniss zum Körpergewicht und somit auch die Wassermenge grösser zu sein als bei Pflanzennahrung. Ungefähr werden bei gewöhnlicher Nahrung 2—3 Pfd. Wasser täglich durch den Urin entleert. Das specifische Gewicht des gesunden Morgenurins ist gleich 1,03—1,05.

§. 41. Ansammlung des Urins in der Blase und Entleerung desselben durch die urethra.

Aus den Ureteren tröpfelt mit geringen Unterbrechungen beständig der Urin, wie man an Missbildungen, bei mangelnder Vorderwand der Blase beobachtet hat. Zuweilen erfolgt der Ausfluss in einem kleinen Strahle, jedoch ist er nicht gleichmässig auf der einen wie auf der andern Seite, sodass er z. B. oft auf der einen Seite in einem Strahle erscheint und auf der andern Seite fehlt.

Da die Ureterenmündungen dem fundus der Blase zunächst liegen, so fliesst der Urin zuerst in den fundus, dieser senkt sich und es bildet sich eine Art Tasche zwischen dem fundus und dem collum. Bei stärkerer Füllung gleicht sich erst dieselbe aus und der Urin gelangt an den Anfang der urethra. Am collum vesicae verlaufen zahlreiche Zweige von Rückenmarksnerven (3. und 4. n. sacralis). Durch dieselben wird der Andrang des Urins gegen den sphincter vesicae gefühlt und es entsteht ein theils unwillkürlicher, theils willkürlicher Verschluss,

welcher theils durch den m. transversus urethrae, der die pars membranacea urethrae umgibt, theils durch die glatten Muskelfasern der prostata bewirkt wird und wodurch die Entleerung des Urins zeitweilig aufgehalten werden kann. Die Entleerung selbst wird theils durch die Bauchpresse ausgeübt, theils wirken die Längsfasern der Blase, detrusor urinae, wohl auch der levator ani mit. Die letzten Tropfen des Urins werden durch die Contraction des m. bulbocavernosus ausgespritzt.

Achtes Kapitel.

Hautabsonderung.

§. 42. Allgemeines.

Auf der Haut werden vier Producte secernirt:

- 1) Epidermis,
- 2) Hauttalg,
- 3) Schweiss,
- 4) Gase.

§. 43. Epidermis.

Auf der ganzen Hautoberfläche sind plattenförmige Epidermiszellen, welche an der der cutis zunächst gelegenen Fläche gewöhnlich rund oder länglich, kernhaltig sind, während sie an der äussern Oberfläche unregelmässig eckig, kernlos erscheinen. Sie bilden eine zusammenhängende Haut, welche von unten betrachtet Erhabenheiten und Vertiefungen zeigt, die von den Papillen der cutis herrühren, das «rete Malpighii». Die epidermis wird an vielen Stellen von den durchtretenden Haaren, sowie von den Enden der Schweiss- und Talgdrüsen durchbohrt. Modificationen der epi-

Epidermis-
zellen.

dermis bilden die Nägel und Haare. Die chemische Zusammensetzung dieser Epidermisgebilde ist ziemlich gleich:

50—51 % Kohle,
6—7 % Wasserstoff,
17—17½ % Stickstoff,
20—25 % Sauerstoff

und Schwefel, welcher in grösster Menge (5 %) in den Haaren enthalten ist. Die matrix der epidermis ist die freie Oberfläche der cutis, das sogenannte corpus papillare, die matrix der Haare: die Follikel, die der Nägel: das Nagelbett. Der Nagel wächst sowohl vom hintern Ende als von der ganzen obern Fläche aus in Schichten von Hinten nach Vorn und von Unten nach Oben.

§. 44. Hauttalg.

Talgdrüsen.

Das Absonderungsorgan desselben bilden die länglichen, traubenförmigen, fetthaltigen Drüsen, welche in der Regel dicht neben den Haaren zum Vorschein kommen.

§. 45. Structur der Haut.

Bestandtheile
der Haut.

Das stroma der Haut bildet ein dichtes Netz aus Bindegewebe und elastischen Fasern. In dasselbe sind eingebettet:

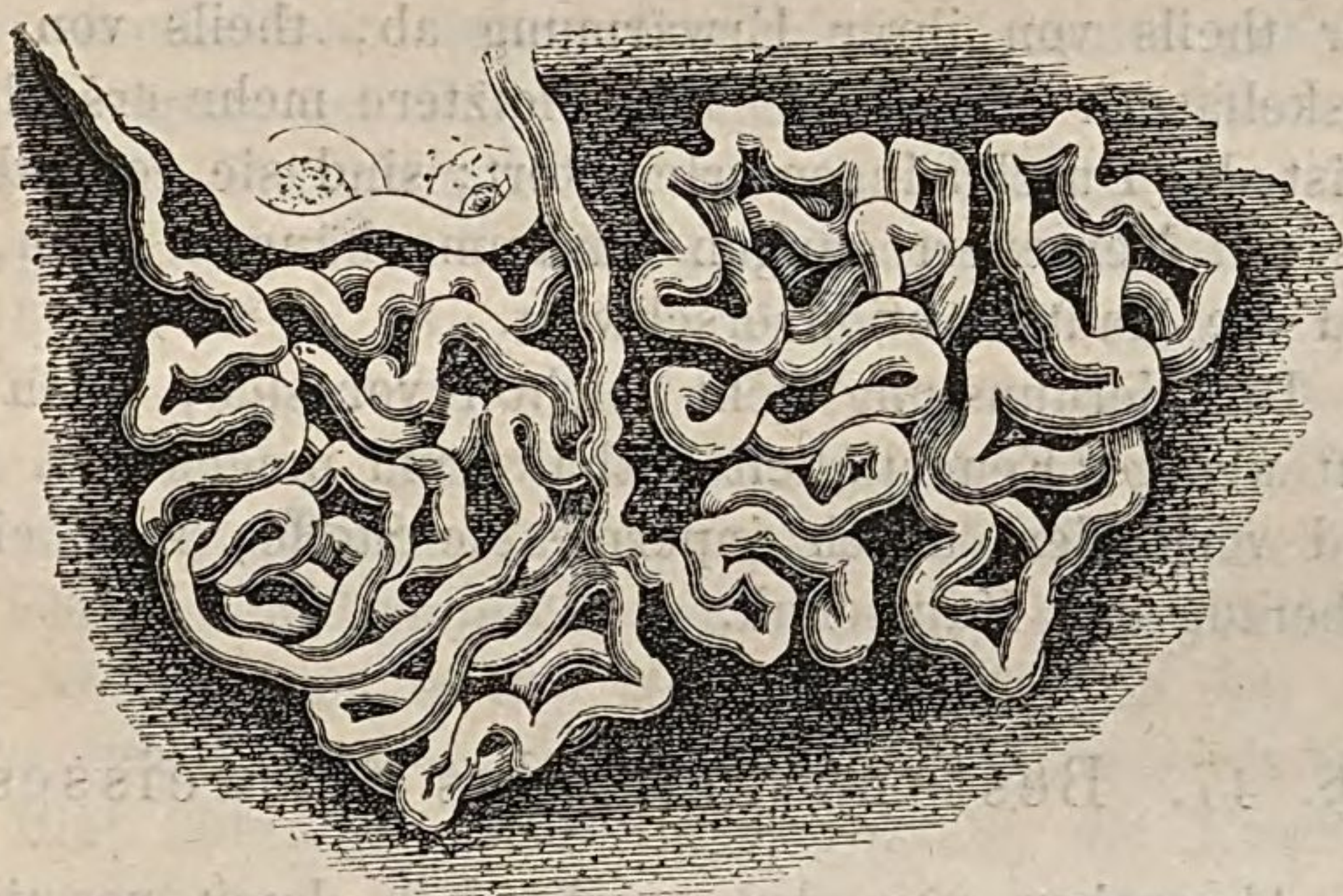
- 1) glatte Muskelfasern;
- 2) reichliche Gefässe;
- 3) zahlreiche Nerven;
- 4) in der Tiefe, zum Theil in dem Unterhautzellgewebe, die Schweissdrüsen;
- 5) die oben genannten Talgdrüsen.

Die Oberfläche der Haut ist mit vielen Wärzchen versehen, papillae, welche wesentlich dieselbe Zusammensetzung wie die Haut haben und dieser zum grossen Theil zur Tastempfindung dienen.

§. 46. Schweissabsonderung.

Ob die Schweissdrüsen, von denen nach ungefäh-
rer Berechnung mehr als zwei Millionen auf der Hautober-

Schweiss-
drüsen.



Schweissdrüsen aus der Achselhöhle eines Menschen. 180 mal
vergrössert.

fläche vorhanden sind und die am reichlichsten auf
der Sohlen- und Handfläche vorkommen, wirklich
Schweiss absondern, ist noch nicht ausgemacht. Die
Schweissdrüsen sind knäueelförmig gewunden, $\frac{1}{6}$ —1'''
gross, mit einem korkzieherartigen Ausführungsgang ver-
sehen, der sich an seiner Mündung erweitert, und enthal-
ten eine körnige und fettige Masse. Jedenfalls wird nicht
die ganze Absonderung der Haut, welche man im Mittel
auf 2 Pfd. anschlägt, durch diese Organe entleert. Viel-
mehr dringt die Flüssigkeit der Hautperspiration ver-
mittelst der Diffusion durch die Hautfläche durch, und
es mag der Blutdruck einen wesentlichen Antheil daran
haben. Die durchgedrungene Flüssigkeit verflücht
sich auf der Oberfläche und bleibt nur flüssig, wenn

Die wichtig-
sten Quellen
der Hautab-
sonderung.

die Menge sehr bedeutend oder die Verdunstung verhindert ist. Die Hautperspiration wird vermehrt, wenn die Menge des Blutes nach der Haut hin, d. h. also die diffusionsfähige Flüssigkeit vermehrt ist, und wenn ferner die Poren der Haut erweitert sind, also bei Ausdehnung derselben. Die Ausdehnung der Haut hängt aber theils von ihrer Erwärmung ab, theils von den Muskelfasern derselben. Sind letztere mehr erschlafft, so ist das Durchdringen erleichtert; sind sie contrahirt, was mit Nervenenerregungen zusammenhängen kann, so wird die Hautsecretion erschwert.

Die Verdunstung geht leichter vor sich, wenn die Luft weniger Feuchtigkeit enthält, und umgekehrt. Sie wird verhindert durch inpermeable Stoffe, z. B. einen Ueberzug von Kautschuk.

§. 47. Bestandtheile des Schweisses.

Abgesehen von den mechanisch damit vermischten Epithelien, enthält der Schweiss im Mittel nicht ganz 2 % festen Rückstand und über 80 % Wasser. Die organischen Bestandtheile desselben sind Ameisensäure, kleine Mengen von Harnstoff, Cholestearin, die anorganischen: Chlor- und Schwefelalkalien.

§. 48. Hautgase.

Auf der Hautoberfläche findet eine Art Respiration statt. Kohlensäure wird abgeschieden und Sauerstoff aufgenommen, jedoch ist die Menge des Sauerstoffs nur gering.

§. 49. Ueberfirnissen der Haut.

Wird die Haut von Thieren mit einem dichten Firniss überzogen, so treten folgende Erscheinungen ein:

Abnahme der Respiration; die Kohlensäureabscheidung kann sich bis auf $\frac{1}{10}$ der Norm vermindern, wird jedoch wieder vermehrt, wenn das Thier in wärmere Temperatur gebracht wird; auch weniger Sauerstoff wird aufgenommen. Die Zahl der Athemzüge wird (selbst bei Fröschen) geringer; die Eigenwärme sinkt; Ermattung, Unempfindlichkeit, selbst Betäubung, Unruhe und Zittern erfolgen, der Puls beschleunigt sich; die Fresslust ist gering; der Harn wird oft eiweisshaltig; der Tod tritt immer ein, bald früher (bei Kaninchen), bald später (bei Hunden). In warmer Temperatur erhalten sich die Thiere länger. Man findet Hyperämie der Muskeln, auch der Lungen, geronnenes Blut im Herzen und in den Gefässen, Infiltrationen des Unterhautbindegewebes, in der Flüssigkeit Lymphkörperchen, Tripelphosphat, seröse Ansammlung in den Höhlen, das Blut in den Arterien dunkel, Leber, Milz, Gehirn, Darmschleimhaut mit Blut überfüllt. Der Zusammenhang der Erscheinungen ist noch nicht klar, indem man nicht weiss, einen wie grossen Antheil die verhinderte Verdunstung und einen wie grossen die Hautnerven an den Erscheinungen haben.

§. 50. Resorption durch die Haut.

Die Oberfläche der cutis, nach weggenommenem Epithel, resorbirt sehr leicht. Die epidermis hingegen lässt sehr schwer Stoffe hindurchgehen. Man nimmt an, dass Wasser sowie flüchtige Substanzen resorbirt werden; über Flüssigkeiten, welche die epidermis nicht angreifen, sind noch keine sichere Beobachtungen gemacht worden.

Fünfter Abschnitt.

Bewegungen.

§. 1. Allgemeines.

Die Bewegungen zerfallen in solche, welche wesentlich ohne Zuthun der Nerven zu Stande kommen — man nennt sie elementare Bewegungen — und in solche, auf welche das Nervensystem einen bedeutenden Einfluss hat — Muskelbewegungen.

Erstes Kapitel.

Elementare Bewegungen.

Die Zellen, an welchen man solche beobachtet hat, sind:

- 1) Flimmerepithelien,
- 2) Samenzellen,
- 3) weisse Blutkörperchen, Speicheldrüsenkörperchen, Pigmentkörperchen. Selbstverständlich kann man diese Bewegungen an kleinen abgelösten Stückchen beobachten.

§. 2. Flimmerbewegung.

Beim Menschen kommt sie vor:

a) im Epithel der Nasenschleimhaut mit Ausnahme der obersten Theile der Scheidewand und der obern Muscheln (regio olfactoria);

b) im hintern Theil vom Gaumensegel;

c) an der pars respiratoria des pharynx:

d) vom Eingang des Kehlkopfs im ganzen Kehlkopf, der trachea, den grössern Bronchien bis zu den Alveolen; nur ein schmaler Streifen der Schleimhaut der cartil. arytenoid., sowie die Stimmbänder haben kein Flimmerepithel;

e) in der Eustachischen Trompete, zum Theil in der Paukenhöhle;

f) dem Thränensack und Thränennasengang;

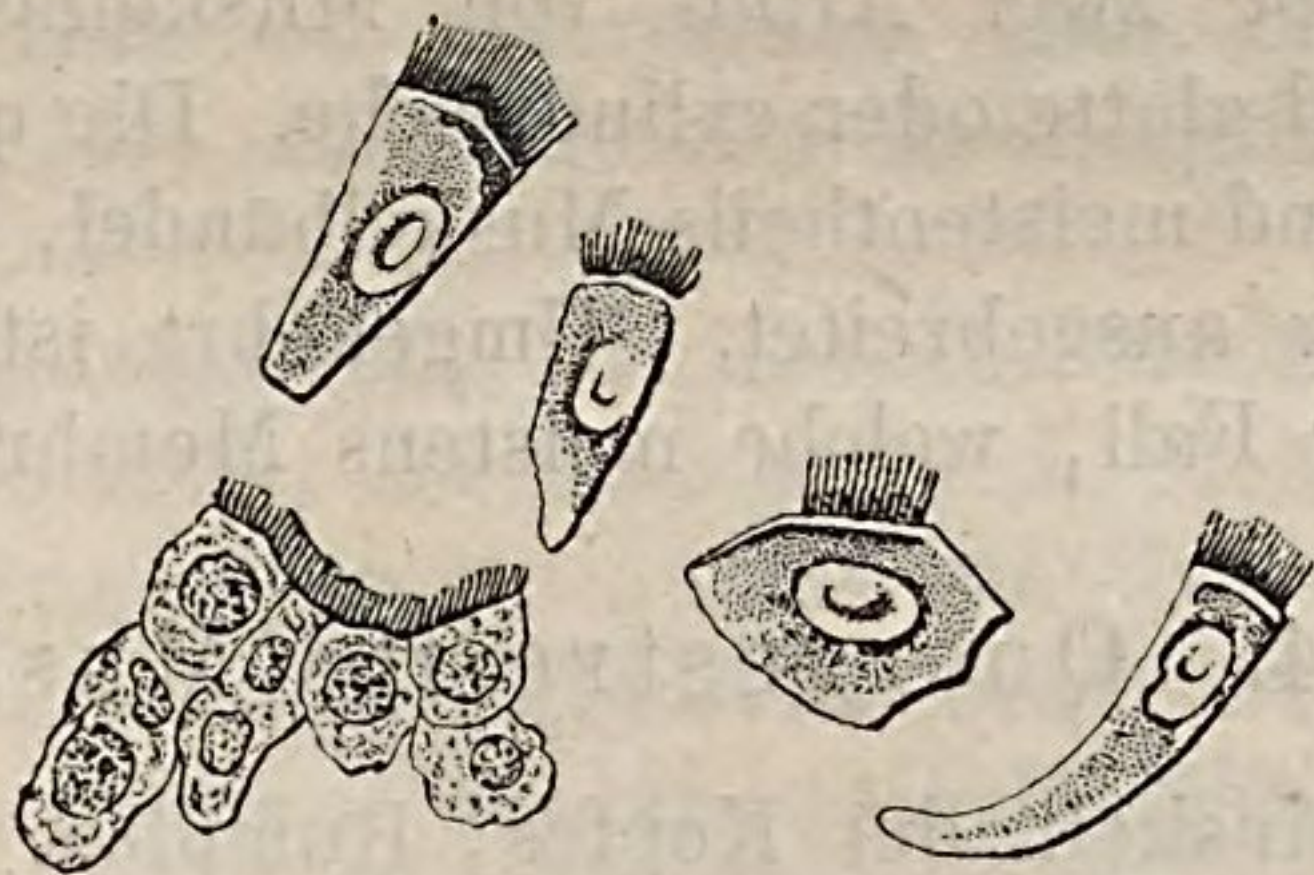
g) der Schleimhaut der Tuben bis zu den Fimbrien, des uterus bis zu der Mitte des Mutterhalses;

h) den vasa efferentia testis, den coni vasculosi, den Nebenhoden bis zum vas deferens;

i) dem ependyma des Rückenmarks und der Ventrikel des Gehirns.

k) Bei Säugethieren hat man noch Flimmerbewegung am ovulum, bei Fröschen am Herzbeutel und in der ganzen Rachenhöhle gefunden.

Die Flimmerepithelien sind meistens cylindrisch,



Flimmerepithelien, 300 mal vergrössert.

jedoch nähern sie sich oft der Plattenform, haben eine Grösse von $\frac{1}{60} - \frac{1}{120}'''$, sind mit einem Kerne versehen und zeichnen sich besonders durch die an der Basis sitzenden kleinen Härchen aus, von denen die Bewegung ausgeht.

Die Richtung der Bewegung ist im Respirationskanal von Unten nach Oben, in den weiblichen Geschlechtstheilen von den Tuben nach dem uterus hin gerichtet. Die Bewegung wird verzögert und aufgehoben durch Kälte, starke Wärme, Eintrocknen, concentrirte Säuren, Alkalien, die meisten Salze, Alkohol; wenn sie erloschen ist, kann sie für kurze Zeit wieder angefacht werden durch Kali. Mässige Wärme erhält sie länger. Zu ihrer Untersuchung wendet man Speichel oder serum an.

Zweites Kapitel.

Muskelbewegung.

Elasticität u.
Contractilität
der Muskel-
fasern.

Es sind namentlich zwei Eigenschaften der Muskelfasern, von denen im lebenden Körper die Bewegung derselben bedingt wird, nämlich ihre Elasticität und Contractilität.

§. 3. Bau der Muskelfasern.

Zwei Arten
von Muskel-
fasern.

Es gibt zwei Arten von Muskelfasern: quergestreifte und glatte oder cylindrische. Die quergestreiften Muskeln sind meistentheils Muskelbündel, seltener membranartig ausgebreitet. Umgekehrt ist dies bei den glatten der Fall, welche meistens Membranen bilden.

§. 4. Quergestreifte Muskeln.

Quergestreifte
Muskelfasern.

Alle Muskeln des Kopfes, Rumpfes, der Extremitäten, die um den bulbus oculi und in der Pauken-

höhle gelegenen, die der Zunge, des weichen Gaumens, des Kehlkopfs, des Schlundes, Dammes, der m. cremaster, zum Theil die lig. uteri rotunda, das Herz, die Venenmündungen an den Atrien sind quergestreift.

Alle diese Muskelpartien lassen sich in Fasern zerlegen. Um dies zu bewirken, kann man sie 1) entweder ohne weiteres mit Nadeln trennen, wobei jedoch die Fasern nicht vollständig in ihrer ganzen Länge erhalten werden können, oder 2) durch chemische Mittel das Bindegewebe, welches die Fasern mit einander vereinigt, auflösen und auf diese Weise die ganzen Muskeln erhalten. Solche Mittel sind:



Mittel, um die Muskelfasern zu zerlegen.

a) eine Lösung von Kali caustic., 1 Theil auf 2 Th. Wasser. Bei Zimmertemperatur fallen die einzelnen Fasern in 10 — 20 Minuten auseinander, ein grösserer Zusatz von Wasser hingegen zerstört sie.

Muskelprimitiv-
faserbündel aus
gekochtem
Rindfleisch.

b) Eine Verbindung von Salpetersäure (spec. Gew. 1,205) und chlorsaurem Kali im Ueberschuss. Die in diese Mischung gelegten Muskeln nehmen eine gelbe oder hellbraune Färbung an und zerfallen bei Zimmertemperatur in 20 — 24 Stunden in die einzelnen Fasern. Sie lassen sich lange im Wasser erhalten.

c) Salzsäure mit chlorsaurem Kali. Zu ihrer Lösung bedarf es einer kürzern Zeit, jedoch sind sie bleicher.

Das Bindegewebe, welches die Muskelfasern mit einander verbindet, ist zwar um jede Muskelfaser vorhanden, aber eine grosse Anzahl von Muskelfasern wird von einer dickern Bindegewebsmasse umhüllt (perimysium internum), der ganze Muskel wieder von einer Perimysium.

noch stärkern Bindegewebshülle, dem perimysium externum.

Anatomische
Bestandtheile
der Muskelfaser.

An einer jeden Muskelfaser unterscheidet man folgende Theile:

- a) die beiden Enden;
- b) die Muskelfaserhülle, sarcolemma s. myolemma;
- c) den quergestreiften Inhalt;
- d) die Kerne.

a) Die beiden Enden einer Muskelfaser sind entweder zugespitzt, oder das eine zugespitzt und das andere stumpf, oder seltener beide stumpf.

sarcolemma.

b) Das sarcolemma besteht wahrscheinlich aus elastischem Gewebe, widersteht sehr vielen Reagentien und schliesst den Inhalt ein.

Fleischtheilchen.
Disdiaklasten.
Scheiben.

c) Die quergestreifte Masse bildet den grössten Theil des Inhalts. Ausser den queren Streifen sieht man bald mehr, bald weniger auch eine Längsstreifung, welche mitunter stellenweise zickzackförmige Biegungen zeigt. Die quergestreifte Masse besteht aus einer sehr grossen Anzahl von Fasern oder Fibrillen, jede Fibrille wiederum aus sehr kleinen Theilchen, Fleischtheilchen (sarcous elements). Diese sind durch eine Bindemasse mit einander verbunden. Die hellere bindende Zwischensubstanz besteht aus einfach brechenden, die Fleischtheilchen aus Gruppen doppelt brechender einachsiger Körper, Disdiaklasten, deren optische Achsen der Faserrichtung parallel liegen; man erkennt diese Theilchen in polarisirtem Lichte. Zuweilen trennt sich die quergestreifte Masse der Breite nach. Man nennt diese Abschnitte Scheiben oder Discs. Sie kommen häufig durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure vor.

Muskelkerne.

d) Kerne liegen bei ausgebildeten Muskeln hauptsächlich an der innern Wand des sarcolemma, bei jüngern Muskeln auch in dem Innern der Fasern selbst und sind hier viel zahlreicher. Sie sind zuweilen mit klei-

nen Fortsätzen versehen, und nach manchen Beobachtungen sollen diese Fortsätze mit andern sich verbinden und ein Netz bilden. Innerhalb der Kerne bemerkt man mitunter Fetttröpfchen.

e) Die Breite der Muskelfasern variirt zwischen $\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{120}$ ''' im Mittel. Breite der Muskelfasern.

Die Muskeln des Herzens sind zwar auch quergestreift, jedoch von den andern dadurch verschieden, dass sie Herzmuskelfasern.

1) um $\frac{1}{3}$ ungefähr dünner sind;

2) ein sarcolemma wahrscheinlich gar nicht besitzen;

3) in einzelne spindelförmige, mit einem Kerne versehene, quergestreifte Zellen sich durch 33 — 35 procentige Kalilösung zerlegen lassen;

4) dass diese Zellen mit einander communiciren, daher eine netzartige Verbreitung der Muskelfasern des Herzens entsteht. Es ist wahrscheinlich, dass diese Ausläufer der Zellen durch Fortpflanzung entstehen.

§. 5. Glatte Muskelfasern.

Sie finden sich in der muscularis des ganzen Darmkanals, vom untern Drittel der Speiseröhre bis zum sphincter ani internus, in der Muskellage der Schleimhaut, in den Zotten, der Gallenblase, dem ductus choledochus, der Milz, den Nierenkelchen, Nierenbecken, Ureteren, der Harnblase, Harnröhre, tunica dartos, zwischen tunica vaginalis communis und propria, in den Nebenhoden, dem vas deferens, den Samenblasen, den corpora cavernosa penis, den Cowper'schen Drüsen, der prostata, dem uterus, den tubae, zum Theil in den lig. uteri rotunda, dem ductus Whartonianus, der Haut, den Haarbälgen, der Luftröhre, den Bronchien, den Lymphdrüsen, Arterien und Venen, der iris, dem tensor chorioideae. Diese Muskeln lassen sich durch die Fundorte der glatten Muskelfasern.

oben angeführte Kalilösung, sowie durch verdünnte Salz- und Salpetersäure (1 : 4 Wasser) in Fasern zerlegen; diese haben nur eine Breite von $\frac{1}{500} - \frac{1}{330}'''$, eine Länge von $\frac{1}{25} - \frac{1}{50}'''$, laufen spindelförmig aus und haben in der Mitte einen bald länglichen, bald rundlichen Kern.

§. 6. Chemische Bestandtheile der Muskelfasern.

Chemische
Bestandtheile
der Muskeln.

Die quergestreiften Muskeln sind genauer untersucht als die glatten. Die zwischen denselben enthaltene Flüssigkeit, welche man durch Auspressen aus frischem Fleische erhält, wird Fleischflüssigkeit genannt. Sie reagirt sauer und enthält freie Milchsäure, Eiweiss, Kreatin, Kreatinin, Inosinsäure, Hypoxanthin, Ameisensäure, Essig-, Buttersäure. Auch ist Traubenzucker und in dem Herzmuskel eine eigenthümliche Art Zucker —

Inosit.

Inosit — in der Fleischflüssigkeit entdeckt worden. Die Muskelfasern selbst bestehen aus Muskelfibrin oder Syntonin, welches bei vielen Fleischarten die Eigenschaft hat, von höchst verdünnter Salzsäure (1 : 1000 Wasser) gelöst zu werden. Während des Lebens und in nicht contrahirtem Zustande reagirt der Muskel alkalisch, mit Eintritt der Todtenstarre und während der Contraction sauer. Von anorganischen Substanzen sind besonders Kalisalze, Phosphate und Kalkerde vorwaltend.

§. 7. Elasticität des Muskels.

Elasticität
der Muskeln.

Die Elasticität des Muskels ist während des Lebens und gleich nach dem Tode eine fast vollkommene, indem der Muskel nach seiner Ausspannung wieder dieselbe Länge annimmt wie vorher. Nach dem Tode hingegen nimmt die Elasticität bald ab, und der Muskel zerreisst viel leichter.

§. 8. Contraction der Muskeln.

Die Muskelfasern, sowohl quergestreifte als glatte, <sup>Contractilität.
Reize.</sup> haben die Eigenschaft, dass ihre beiden Enden sich einander nähern, wenn gewisse Kräfte auf sie einwirken. Jene Eigenschaft nennt man Contractilität und die Mittel, durch welche solche Kräfte erregt werden, Reize. Es ist bis jetzt nicht mit Bestimmtheit ausgemacht, ob der Muskel direct durch eine Reizung zu einer Contraction veranlasst werden kann. Jedenfalls findet in der überwiegenden Mehrzahl von Fällen und wahrscheinlich ausnahmslos unter den normalen Verhältnissen eine Uebertragung der bewegendes Kraft vermittelt der erregten Nerven auf den Muskel statt.

Damit sich zwei Muskelfaserenden bei der Con- <sup>Erscheinun-
gen der Con-
traction.</sup> traction einander nähern, ist wenigstens bei den quergestreiften nicht nothwendig, dass die Fasern ihre natürliche Länge haben, sondern an einem durchgeschnittenen Muskel findet gleichwohl eine Zusammenziehung statt. Was man von dem Hergang weiss, kennt man durch Beobachtung an quergestreiften Muskelfasern; an glatten Muskeln ist die Untersuchung zu schwierig.

Wenn die Muskelnerven nur einem vorübergehenden Reize, z. B. dem galvanischen Strome, welcher eine möglichst kurze Zeit einwirkt, ausgesetzt werden, so sieht das Auge plötzlich ein blitzartiges Flimmern durch den Muskel gehen und dann Ruhe eintreten. Dennoch lassen sich mehrere Zeiträume unterscheiden: <sup>Drei Stadien
der Muskel-
contraction.</sup> 1) Nach der Reizung vergeht ein Moment, ehe die Contraction erfolgt; 2) diese erreicht allmählig ihre grösste Höhe; 3) dann kehrt allmählig der Muskel zu seiner frühern Länge zurück. Es kommen Fälle vor, in welchen diese drei Stadien sich deutlich unterscheiden lassen, namentlich bei glatten Muskelfasern und wenn der gereizte Nerv dem sympathicus angehört. — Auch

Idiomuscu-
läre Con-
traction.

wenn ein quergestreifter Muskel mit Unterbrechungen von einigen Secunden vermittelt seines Nerven durch den Inductionsstrom gereizt wird, lassen häufig diese gesonderten Stadien sich erkennen. Bei manchen Muskeln, wenn sie abzusterben beginnen, sieht man dasselbe, namentlich an dem m. cricothyreoideus des Kehlkopfs frisch geschlachteter Säugethiere. Endlich findet sich diese Erscheinung recht auffallend, wenn man mit einem stumpfen Werkzeuge über einen Säugethiermuskel, besonders nach dem Tode, hinfährt. Hierdurch bildet sich allmählig nach der Richtung des angewandten Druckes ein langsam sich erhebender und langsam schwindender Wulst. Man nennt diese Contraction idiomusculäre Contraction.

Latente Reizung, Culmination und Abnahme.

Das erste Stadium, in welchem der Muskel noch nicht sich contrahirt, wird das Stadium der latenten Reizung genannt, dann folgen vier kleine, ungefähr je 0,03—0,04 Secunden einnehmende Abschnitte der Contractionszunahme bis zur Culmination, dann eine etwa dreimal so lange dauernde Zeit der anfangs rasch, dann bis zur völligen Erschlaffung langsam sinkenden Abnahme.

Wenn man anstatt des inducirten Stroms den constanten anwendet, so sieht man, wenn die Kette geschlossen wird, zwar augenblicklich die Zuckung entstehen und verschwinden; wenn man hingegen die Procedur unter dem Mikroskope vornimmt, so bleibt ein gewisser Grad von Zusammenziehung bestehen, solange die Kette geschlossen bleibt.

An der Stelle eines Muskels, welche gereizt worden ist, rücken die Fleischtheilchen einander näher und diese innere Bewegung verbreitet sich über den ganzen Muskel. Beobachtungen haben gelehrt, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung im Muskel langsamer als im Nerven ist, und dass sie etwa 800—1200 ^{mm} in der Secunde beträgt.

Im höchsten Grade der Contraction liegen die Muskelfasern gestreckt, sobald aber dieselbe abnimmt, so legen sie sich in Zickzackform zusammen, welche noch lange anhält. An dünnen Muskeln, z. B. dem sartorius, kann man die Kräuselung des nicht mehr vollständig contrahirten Muskels mit blossen Augen sehen.

Zickzack-
biegungen.

Wenn eine zweite Muskelcontraction schon anfängt, ehe die erste ihren Culminationspunkt erreicht hat, so bleibt der Muskel starr zusammengezogen; man nennt dies tetanus. Wenn hingegen die Muskelcontraction schon im Stadium der Abnahme verweilt, zur Zeit wenn eine zweite beginnt, so entsteht Zittern, convulsio.

tetanus.
convulsio.

Wenn ein Muskel sich verkürzt und die Fleischtheilchen sich einander nähern, so wird jener um so viel dicker, als er kürzer geworden ist. Hierbei ist es unentschieden, ob die Fleischtheilchen ihre Form verändern, d. h. ob sie in ihrer Längendimension ab- und ihrer Dickendimension zunehmen, oder ob auch die zwischen denselben liegenden Partikelchen von ihrer Stelle verdrängt werden. — Eine Volumenabnahme des Muskels hat man in darüber angestellten Versuchen nicht mit Sicherheit wahrzunehmen vermocht.

Volumen-
veränderung
findet nicht
statt.

Während sich ein Muskel contrahirt, nimmt seine elastische Kraft ab. Wird nämlich ein in der Ruhe befindlicher Muskel ausgedehnt, z. B. durch angehängte Gewichte, welche eine gewisse Grösse indess nicht überschreiten dürfen, so wächst in demselben Grade, als die Muskeltheilchen gedehnt werden, ihre elastische Kraft und sucht sie wieder auf ihren frühern Durchmesser zurückzubringen. Je mehr ein Muskel einer ausdehnenden Kraft Widerstand leistet, desto elastischer ist er. Wird ein nicht gereizter Muskel durch Gewichte ausgedehnt, so bedarf man immer grösserer Gewichte, um eine gleich starke Ausdehnung wie vorher zu erzielen. — Wird hingegen der Muskel gereizt,

Abnahme der
Elasticität
während der
Contraction.

so kann er stärker ausgedehnt werden, d. h. seine elastische Kraft hat abgenommen und kann der ausdehnenden Kraft keinen so grossen Widerstand entgegensetzen, als dies im ruhenden Zustande möglich ist. — Wird aber der gereizte Muskel an seiner Verkürzung gehindert, so bleibt auch die Elasticität unverändert.

Die Abnahme der elastischen Kraft und resp. die Zunahme der Ausdehnbarkeit in einem contrahirten Muskel lässt sich dadurch deuten, dass während der Contraction ein Theil der elastischen Kraft, welche den Muskeltheilchen innewohnt, dazu verwendet wird, die Ruhelage wiederherzustellen, also nur ein Theil übrig bleibt, um einer gleichzeitig vorhandenen ausdehnenden Kraft entgegen zu wirken.

Negative
Stromes-
schwankung.

Wenn der Muskel in den thätigen Zustand übergeht, so verändert sich auch der elektrische Strom, welcher im Muskel vorhanden ist. Es entsteht nämlich ein Ausschlag der Magnetnadel im entgegengesetzten Sinne. Diese Veränderung erfolgt noch früher, als die Contraction beginnt, fällt nämlich mit dem Stadium der latenten Reizung zusammen. Man beobachtet diese Erscheinung, welche man negative Stromeschwankung nennt, am leichtesten am Froschherzen. Schneidet man die Vorhöfe von der Kammer ab, so pulsirt gewöhnlich diese nicht mehr spontan, sondern nur wenn sie gereizt wird. Liegt nun ein solches nicht pulsirendes Froschherz auf den Bäuschen, so geht ein Strom von dem natürlichen Längsschnitt an der Basis gegen den natürlichen Längsschnitt der Spitze. Im Augenblicke, in welchem eine Reizung erfolgt, schlägt die Nadel um und dann tritt die Contraction ein. — Bei dem unversehrten Herzen sieht man dasselbe. — Auch entsteht eine Zuckung eines reizbaren Froschschenkels, dessen Nerv auf dem Herzen aufliegt, stets mit der systole. — Bei andern Muskeln, welche gereizt werden, erfolgt die gleiche Erscheinung.

Es herrschen zwei verschiedene Ansichten über die Erklärung der negativen Stromschwankung. Nach der einen ist sie nur eine Abnahme der im Muskel vorhandenen elektrischen Ströme, nach der andern (wahrscheinlicher) eine neue Entwicklung von Elektrizität.

Auch im chemischen Verhalten tritt während der Contraction eine Veränderung ein, indem sich die im ruhenden Zustande des Muskels vorhandene alkalische Reaction in eine saure umwandelt. (Man denke daran, dass durch Reizung der Magenschleimheit die Labdrüsen auch eine saure Flüssigkeit secerniren.)

Saure Reaction des contrahirten Muskels.

§. 9. Muskelirritabilität.

Unter Muskelirritabilität versteht man die Fähigkeit des Muskels, sich zu contrahiren, ohne dass derselbe durch die zu ihm hingehenden Nerven erregt wird. Jeder Versuch, die Irritabilität kennen zu lernen, setzt voraus, dass man die Reize, welche man auf Muskeln anwendet, von der Einwirkung auf die Nerven abzuhalten vermag, dass man die Muskeln reizen kann, ohne die Nerven gleichzeitig dem Reize auszusetzen. Dies ist in Betreff der letzten Nervenendigungen nicht zu erreichen, daher der Gegenstand bis jetzt noch nicht vollkommen zu erledigen. Als Gründe für die Annahme einer Muskelirritabilität gelten folgende:

1) Nach vollkommener Aetherisation des Nerven bleiben die Muskeln noch reizbar.

Beweise für die Muskelirritabilität.

2) Das indianische Pfeilgift Curare lähmt die Bewegungs-, nicht die Gefühlsnerven. Wird die aorta abdominalis eines Frosches unterbunden, unter die Haut des Vorderkörpers Curare gebracht und die Haut desselben gekneipt, so entstehen keine Bewegungen am Vorder-, wohl aber am Hinterkörper, welcher kein vergiftetes Blut erhielt. Das Rückenmark war also

nicht leitungsunfähig geworden, woraus hervorzugehen scheint, dass die Wirkung des Giftes von der Peripherie und nicht vom Centrum ausgeht.

3) Wird eine Stelle des Herzens gereizt, an welcher ein Zweig des n. vagus verläuft, so steht das Herz still; wird eine bloß muskulöse Stelle, namentlich des Ventrikels, gereizt, so schlägt das Herz häufiger.

4) Es gibt zwar keine Reize, welche lediglich auf Nerven und nicht auf Muskeln oder umgekehrt wirken, aber wohl solche, welche viel stärker den einen dieser Theile als den andern erregen.

§. 10. Wirkung des Muskels.

Arbeit des
Muskels.

Der Muskel] verrichtet eine gewisse Arbeit und zwar nur während der Zeit, in welcher er sich verkürzt. Diese Wirkung besteht darin, dass die Muskeln entweder die Theile, an welchen sie angewachsen sind, einander nähern oder durch ihre Verkürzung einen engern oder weitem Muskelring oder Muskelschlauch bilden. Der Weg, welcher auf diese Weise zurückgelegt wird, ist proportional der Länge der Muskeln, während die Kraft, mit welcher die Muskeln sich contrahiren, von der Grösse ihres Querschnitts, d. h. von der Zahl ihrer Fasern abhängt. Man misst die Muskelkraft durch angehängte Gewichte.

Ermüdung.

Ein Muskel kann sich selbst bis zu $\frac{3}{4}$ seiner Länge verkürzen. Die Verkürzungsgrösse nimmt ab, wie die Reizung länger andauert, und schwindet endlich ganz. Aber auch der ausgeschnittene, durch Reizung ermüdete und erschöpfte Muskel erholt sich wieder von selbst und ist zu neuen, stärkern Leistungen befähigt.

Widerstände
der Muskel-
arbeit.

Die Arbeit, welche ein Muskel auszuführen vermag, ist, abgesehen von seinem Querschnitte, abhängig von der Grösse der Widerstände. In dieser Beziehung kommen in Betracht:

- a) der Zustand der allgemeinen Ernährung;
- b) die Reizbarkeit des Nervensystems;
- c) die Structur des Muskels;
- d) die Entfernung des Angriffspunktes der Kraft von dem Unterstützungspunkte (Hypomochlion);
- e) die Grösse der Last.

§. 11. Todtenstarre.

Während des Lebens ist der Inhalt der Muskel- rigor mortis. fasern halb flüssig; nach dem Tode erstarrt derselbe, wodurch alle Muskeln steif werden. Die Todtenstarre, rigor mortis, beginnt frühestens 10 Minuten und spätestens 7 Stunden nach dem Tode und schreitet von Oben nach Unten weiter. Auch Herz, Gefässe, Gedärme, iris werden todtenstarr. Sie beginnt mit dem Aufhören der Reizbarkeit. Bei Thieren, bei welchen die Reizbarkeit nach dem Tode rasch erlischt, z. B. Vögeln, tritt sie am frühesten, bei denen sie dagegen lange bleibt, wie bei Fröschen, am spätesten ein. Wenn eine Muskelpartie vor dem Tode eine Zeit lang nicht gebraucht worden ist, z. B. nach Durchschneidung der Nerven oder wenn man einen Gipsverband um ein Glied legt, so tritt die Todtenstarre später ein.

§. 12. Zusammengesetzte Bewegungen.

Es sind solche, bei welchen Knochen oder Knorpel, die durch Gelenke mit einander in Verbindung stehen, einander genähert oder von einander entfernt werden. Die wesentlichsten sind Stehen, Gehen, Stimm- Zusammengesetzte Bewegungen. bewegung.

§. 13. Stehen.

Um den Körper aufrecht zu erhalten, muss der Stehen. Schwerpunkt so gelegt werden, dass der Oberkörper nicht das Uebergewicht erhält. Der Schwerpunkt des Schwerpunkt.

Körpers liegt in der Gegend des 2. Kreuzbeinwirbels. Beim Stehen ruht der Körper auf folgenden drei Punkten jedes Fusses: *tuberositas calcanei*, *ossa sesamoidea hallucis* und *tuberositas ossis metatarsi quinti*, aber auch auf der Basis der Metatarsalknochen. Je weiter die beiden Füße von einander entfernt sind, also je weiter die Basis ist, auf welche die Schwerlinie fällt, desto sicherer das Stehen. Da die Schwerlinie hinter das Pfannengelenk fällt, so muss der Körper beim Stehen, welches mit der geringsten Anstrengung ausgeführt wird, nach Hinten sinken, wobei die Spannung des *lig. ileofemorale* wesentliche Dienste leistet. Die Muskeln, welche vorzüglich beim Stehen benutzt werden, sind *gastrocnemius* und *soleus*, *quadriceps femoris* und *extensor dorsi*.

§. 14. Gehen.

Zwei Erfordernisse beim Gehen.

Beim Gehen sind zwei Erfordernisse:

- 1) dass der Körper vorwärts gerückt wird, und
- 2) dass während dieses Actes ein Bein den Körper trägt und derselbe das Gleichgewicht nicht verliert.

Das Vorwärtsbewegen des Körpers beruht darauf, dass das eine Bein gestreckt wird und in der Luft schwebt. Das Strecken geschieht durch Abwickeln des Fusses, Beugen des Unterschenkels und Oberschenkels und nachheriges Strecken. Das in der Luft befindliche Bein schwingt wie ein Pendel, welche Pendelbewegung wesentlich dadurch erleichtert wird, dass der Oberschenkelkopf luftdicht in der Pfanne steht und daher der äussere Luftdruck ihn darin festhält, der Reibungswiderstand, der sonst bei der Bewegung eintreten würde, daher sehr gering ist. Indem sich der Oberkörper nach Vorn beugt, wird das in der Luft schwebende Bein einen Schritt weiter nach Vorn zur Erde gesetzt.

Pendelschwingungen des Beins. Luftdruck.

Das Gleichgewicht wird dadurch erhalten, dass beim Gehen, wenn ein Bein auf der Erde aufsteht, die

andere Körperhälfte sich nach dieser neigt und den Schwerpunkt dahin verlegt, und ferner dadurch, dass der eine Arm nach Hinten, der andere nach Vorn bewegt wird.

§. 15. Stimme und Sprache.

Der Kehlkopf, in welchem die Töne erzeugt werden, gehört zu denjenigen Toninstrumenten, welche man Zungenwerke nennt. Die zwei Zungen bilden die beiden Stimmbänder, welche beim Hervorbringen eines Tons fast vollständig geschlossen sind, aber doch nicht so bewegt werden dürfen, dass sie über einander liegen. Der Ton entsteht sowohl durch Schwingungen der Stimmbänder als durch Schwingungen der Luft. Er wird in der grossen Mehrzahl der Fälle nur beim Ausathmen hervorgebracht. Die Stimmbildung hängt von vier wesentlichen Bedingungen ab:

Der Kehlkopf
ein Zungen-
werk.

Entstehung
des Tons.

Vier Bedin-
gungen der
Stimmbil-
dung.

1) dass die Luft mit einer gewissen Kraft gegen die Stimmritze bewegt wird; die Lungen bilden die Windlade;

2) dass die Stimmritze höchstens 1''' weit ist;

3) dass die Stimmbänder sich in einer gewissen Spannung befinden, was durch einige Kehlkopfmuskeln bewirkt wird;

4) dass die Schwingungsfähigkeit nicht behindert ist.

Die Freiheit der Schwingung hängt theils von der Elasticität der Stimmbänder ab, theils von der Geräumigkeit der ventriculi Morgagni, theils davon, dass keine fremden Körper auf den Stimmbändern aufliegen.

§. 16. Kehlkopfmuskeln.

Die Spannung der Stimmritzenbänder bewirken die m. cricothyreoidei und zwar von Hinten, wenn der Schildknorpel befestigt ist (m. hyothyreoidei), von Vorn, wenn dies nicht der Fall ist.

m. cricothy-
reoidei.

m. cricoaryt.
later.

Verkürzt werden die Stimmbänder durch die m. cricoarytaenoidei laterales. Letztere bringen durch die Drehung der proc. musculares nach Innen zugleich eine Verengerung hervor.

m. cricoaryt.
post.

Erweitert werden die Stimmbänder durch die cricoarytaenoidei postici. Der hintere Theil der Stimmritze, die sogenannte glottis respiratoria (im Gegensatz zum vordern Theil, glottis vocalis), wird verengt durch

m. arytaen.

die m. arytaenoidei. — Die m. thyreoarytaenoidei spannen und verkürzen die Stimmbänder.

§. 17. Höhe und Tiefe der Töne.

Schwingungs-
zahlen.

Der höchste Ton, welcher im menschlichen Kehlkopf entstehen kann, wird durch 992 Schwingungen in der Secunde, der tiefste durch 80 hervorgebracht. Gute Singstimmen umfassen nicht mehr als zwei, selten $2\frac{1}{2}$ Octaven, und höchst selten ist es vorgekommen, dass sie $3-3\frac{1}{2}$ Octaven erreichten. Auf die Tonhöhe sind von Einfluss:

Wovon die
Tonhöhe ab-
hängig ist.

Männlicher
und weib-
licher Kehlkopf.

1) die Länge und Spannung der Stimmritzenbänder. Am weiblichen Kehlkopf sind sie ungefähr um $\frac{1}{3}$ kürzer als am männlichen; sie haben in der Ruhe eine Länge von $12\frac{2}{3}$, in der grössten Spannung von $15\frac{2}{3}$, während die männlichen $18\frac{1}{4}$ und $23\frac{1}{6}$ mm messen. Zur Zeit der Pubertät stellt sich der Unterschied erst ein.

Bei gleicher Länge der Saiten nehmen die Tonhöhen im geraden Verhältnisse zu wie die Quadratwurzeln der spannenden Kräfte; auf ähnliche Weise verhalten sich die Stimmbänder. Bei Erhöhung der Töne nimmt die Spannung und zugleich die Verkürzung zu.

2) Die Stärke des Anblasens.

3) Das Ansatzrohr. Bis zu einer gewissen Verlängerung desselben nimmt bei elastischen Zungen die Höhe des Tons ab. Dies ist jedoch bei ausgeschnittenen Kehlköpfen nicht beobachtet worden.

4) Stellung des Kehlkopfs und der Luftröhre. Bei hohen Tönen wird der Kehlkopf und die Luftröhre durch die m. hyothyreoidei bei fixirtem Zungenbein heraufgezogen, bei tiefen Tönen durch die sternothyreoidei herabgezogen.

5) Der Raum unterhalb der Stimmbänder. Wenn dieser Raum verengt wird, was wahrscheinlich durch die m. thyreoarytaenoidei geschehen kann, so wird der Ton erhöht.

§. 18. Klang.

Bekanntlich enthält die menschliche Stimme zwei Klang.
Arten von Register: Bruststimme und Falsetstimme. Brust-, Fal-
Man hat gefunden, dass bei grosser Spannung der Bän- setstimme.
der an ausgeschnittenen Kehlköpfen die durch Anblasen hervorgebrachten Töne stets der Bruststimme angehören, dass der Falsetton leichter bei schwachem Anblasen erfolgt. Der wesentliche Unterschied beider Register besteht aber darin, dass bei Falsettönen bloss die freien Ränder der Stimmbänder, bei Brusttönen die ganzen Stimmbänder lebhaft und in grossen Excursionen schwingen. Auf den Klang und die Stärke Wovon Klang und Stärke der Stimme abhängig sind.
der Stimme haben verschiedene Vorrichtungen Einfluss:

a) Durch Herabdrücken des Kehldeckels werden die Töne dumpfer.

b) Durch Verengung der Stimmritze wird der Ton klangvoller.

c) Durch Wegnahme der obern Stimmbänder, ventric. Morgagni, und des Kehldeckels an ausgeschnittenen Kehlköpfen werden die Töne dumpfer.

d) Dadurch, dass sich an den Kanal des Kehlkopfs eine gablig getheilte Röhre anlegt, die Mund- und Nasenhöhle, wird der Ton klangvoller.

e) Die Resonanz der umliegenden Theile.

Sechster Abschnitt.

Nervenphysiologie.

Die Thätigkeiten des Nervensystems sind:

- 1) Gefühl und Empfindung,
- 2) der Einfluss auf die Muskelbewegungen,
- 3) der Einfluss auf die Gefässe,
- 4) der Einfluss auf psychische Erscheinungen.

Noch nicht festgestellt ist

- 5) ein directer Einfluss auf die Zellen.

Erstes Kapitel.

Anatomische und chemische Beschaffenheit der Nerven.

§. 1. Anatomische Bestandtheile.

Nervenfasern.
Ganglien-
zellen.

Die wesentlichen Bestandtheile, welche sich im ganzen Nervensystem finden, sind:

- 1) Fasern oder Nervenprimitivfasern,
- 2) Zellen oder Ganglienzellen, Ganglienkugeln.

Peripherische Nerven werden diejenigen genannt, welche ausserhalb der Schädelhöhle und des

Wirbelkanals, sowie auch die Nervenwurzeln, welche innerhalb dieser Höhlen liegen. Insofern die Ganglienzellen die Organe sind, in welchen die Nervenkräfte sich erzeugen, die Nervenfasern hingegen diejenigen, durch welche die Kräfte fortgeleitet werden, kann man auch die Ganglienzellen überall, wo sie vorkommen, als centrale Bestandtheile betrachten. Da man aber bis jetzt noch nicht alle Nervenkräfte kennt, so darf man nicht in allen Ganglien die bekannten Nervenkräfte suchen oder voraussetzen wollen.

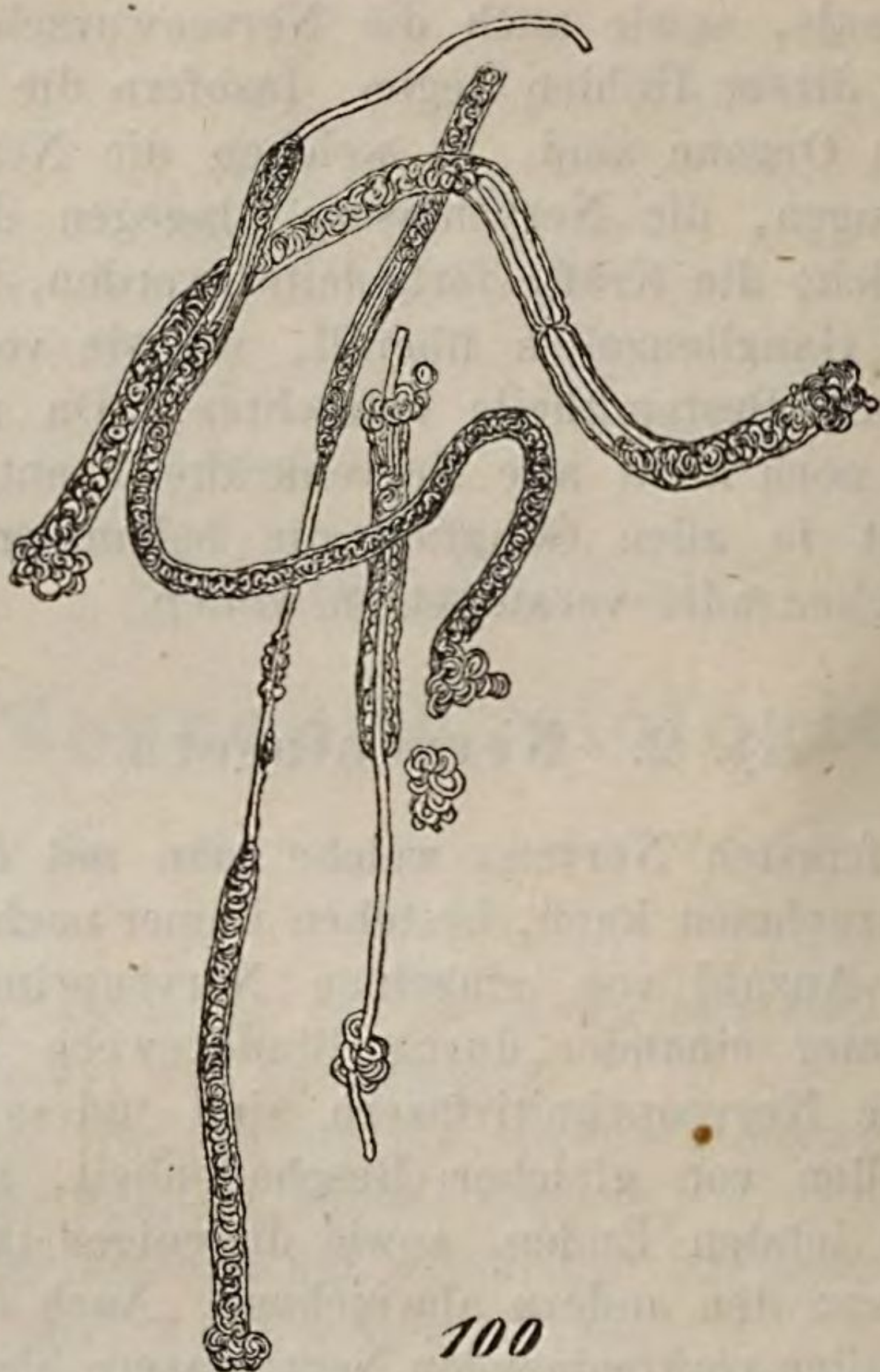
§. 2. Nervenfasern.

Die feinsten Nerven, welche man mit dem Auge noch wahrnehmen kann, bestehen immer noch aus einer gewissen Anzahl von einzelnen Nervenprimitivfasern, welche unter einander durch Bindegewebe verbunden sind. Die Nervenprimitivfasern sind indess nicht an allen Stellen von gleicher Beschaffenheit, namentlich sind ihre letzten Enden, sowie diejenigen im n. sympathicus von den andern abweichend. Auch die in den Centraltheilen vorkommenden Nervenfasern bieten wegen ihrer Zartheit ein verschiedenes Verhalten dar. Man unterscheidet deshalb:

- 1) markhaltige Nervenfasern;
- 2) marklose;
- 3) Remak'sche oder gelatinöse Fasern;
- 4) centrale Fasern.

I. Markhaltige Fasern. Sie sind die vollständigsten und ändern sich nur an ihren centralen und peripherischen Enden. Sie sind Röhren von $\frac{1}{130}$ — $\frac{1}{400}$ ''' Breite und bestehen aus drei Theilen:

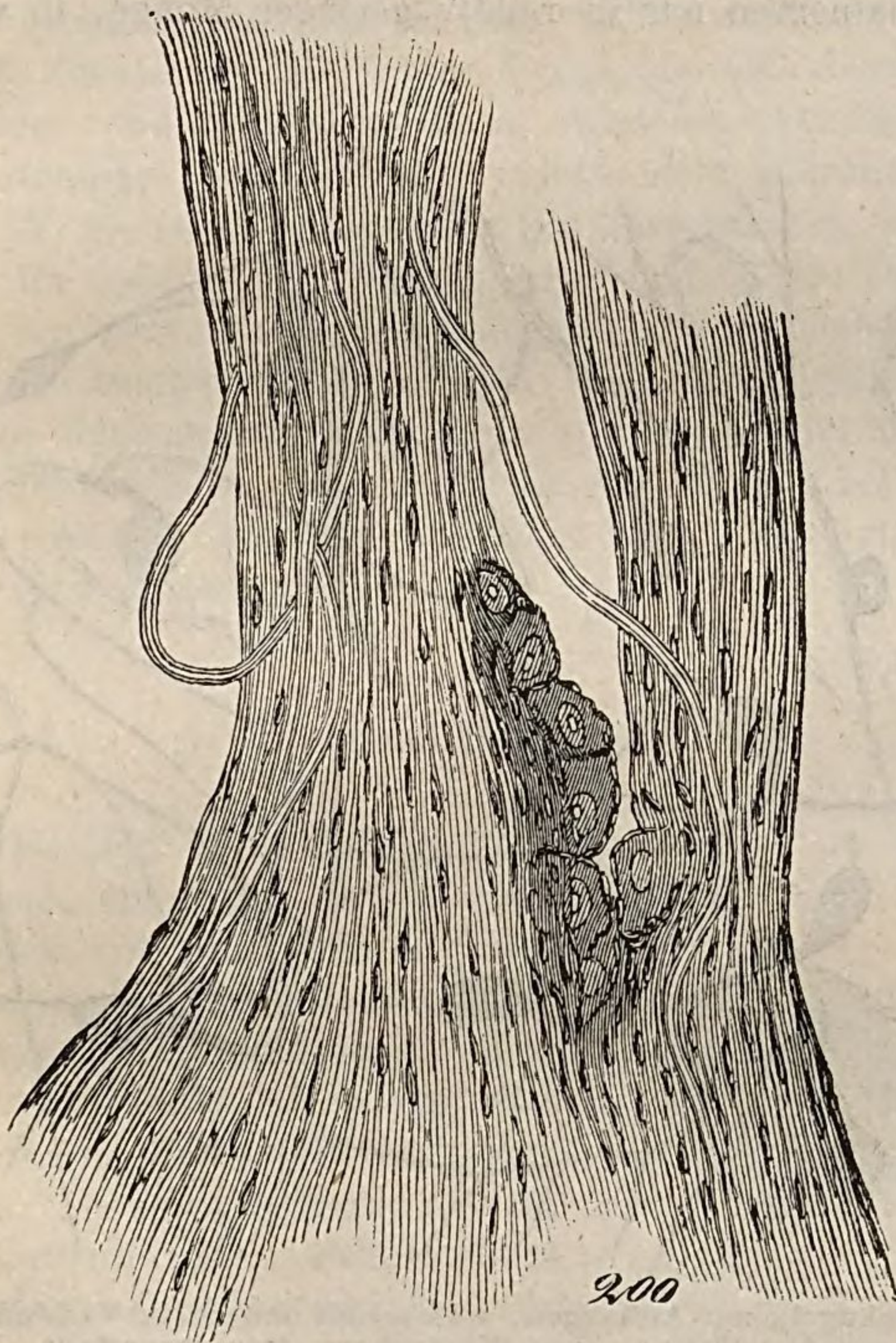
- a) einer Hülle;
- b) dem Marke oder der Markscheide;
- c) dem Achsencylinder oder Primitivband. Im frischen Zustande ist das Mark, welches grösstentheils,



Nervenfasern aus dem n. ischiadicus des Kaninchens. An einzelnen Stellen ist der Achsencylinder ganz von der Markscheide entblösst; an einer Faser hängt er weit heraus. Das krümlige Mark ist am obern Ende der Fasern herausgequollen.

aber nicht allein, aus Fett besteht, durchsichtig. Bei den meisten Nerven hingegen bleibt es nicht so, sondern wird krümlig, und die Nervenfaser erscheint daher doppelt contourirt; oft dringt das Mark an den durchschnittenen Enden in Form von unregelmässigen Kugeln hervor. Innerhalb der Röhre läuft ein wahrscheinlich solider Strang, welcher oft stellenweise verdickt ist und zuweilen sich theilt. Man stellt denselben am besten dar, wenn man 1 Vol. Wasser, 1 Vol. Salpetersäure mit chlorsaurem Kali zusammenbringt und in dieser Mischung einen Nerven 24 Stunden liegen lässt. Es

trennen sich dadurch die einzelnen Nervenprimitivfasern, und ein grosser Theil der Hüllen nebst dem Mark wird aufgelöst, und der Achsencylinder erscheint vollkommen isolirt. Zur raschen Sichtbarmachung des Achsencylinders dient Collodium. Werden Durchschnitte von Nerven mit Indigochromogen behandelt, so färbt sich der Achsencylinder schön blau. Neben den Nervenfasern

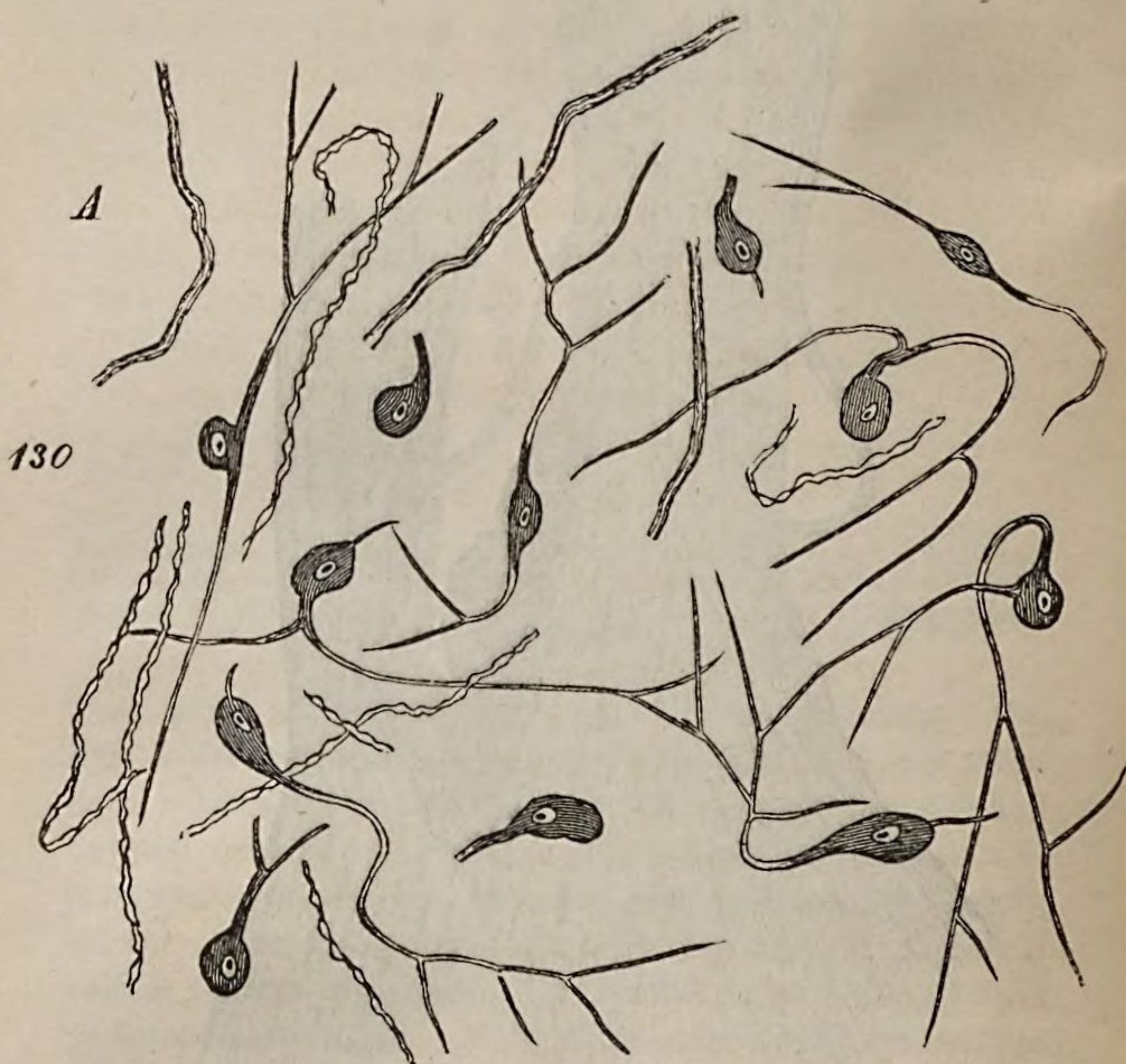


Remak'sche Fasern aus dem plexus coeliacus, an ihren Kernen erkenntlich, dabei Ganglienkugeln und marklose Nervenfasern.

bemerkt man bindegewebige Kernfasern, welche sich häufig theilen. Sie erscheinen in grösster Menge in allen Nerven des Rückenmarks und Gehirns, mit Ausnahme des olfactorius, opticus und acusticus.

Marklose
Fasern.

II. Marklose Fasern. Sie enthalten Achsenglieder und Hülle ohne Mark und sind im Allgemeinen schmaler als die vorhergenannten. Sie finden sich zwar neben den markhaltigen in allen Nerven, jedoch in den Cerebrospinalnerven nur in relativ geringer Menge, in viel



Ganglien kugeln mit Anhängen, welche mit andern in Verbindung stehen, aus dem Gehirne eines Kaninchens, treu dargestellt. Man sieht einzelne wieder mehrfach getheilt. Auf dem Felde vari-
cöse Nervenfasern.

grösserer Menge im n. sympathicus. Die feinsten dieser Fasern haben häufig varicöse Anschwellungen.

III. Gelatinöse oder Remak'sche Fasern. Remak'sche
Fasern.
Bei der Zerfaserung des n. sympathicus von Menschen und Säugethieren, besonders in den grauen Fasern, den n. molles, den Unterleibsplexus, namentlich den Milznerven, finden sich neben markhaltigen und marklosen Nervenfasern sehr feine gestreckte Fasern, welche durch ihre grosse Menge von Kernen sich auszeichnen, die durch Zusatz von verdünnter Essigsäure noch deutlicher werden. Sie haben in ihrem Aussehen Aehnlichkeit mit Bindegewebsfasern, sind jedoch nicht gekräuselt.

IV. Centrale Fasern. Die Nervenfasern, welche man im Gehirn- und Rückenmarke findet, sind wesentlich von denen in der Peripherie nicht verschieden, nur sind sie sämmtlich viel weicher; aus den markhaltigen dringt leichter das Mark heraus; die marklosen sind viel gewöhnlicher varicös und im Allgemeinen beträchtlich schmaler als die peripherischen. Sie enthalten wie diese Achsencylinder. Centrale
Fasern.

§. 3. Ganglienzellen.

Es sind Zellen im Mittel von $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{200}$ ''' im Durchmesser, mit Kern und Kernkörperchen. Man unterscheidet sie von andern Zellen Ganglienzellen.

dadurch, dass sie beständig neben Nervenfasern vorkommen, dass sie sehr häufig mit einem oder mehreren Fortsätzen versehen sind. Die peripherischen Ganglienzellen sind theils in sichtbaren Ganglien enthalten und zwar hier in grosser Menge, theils vereinzelt nur durch das Mikroskop zu erkennen.



Peripherische.

Ganglienkugeln aus dem g. Gasseri des Kaninchens mit Scheiden.

Um eine peripherische Ganglienzelle ist in der Regel eine Hülle, welche sich durch ihre vielen Kerne auszeichnet. Sie haben meistens eine längliche Gestalt und aus ihnen kommen eine oder zwei Nervenfasern hervor.

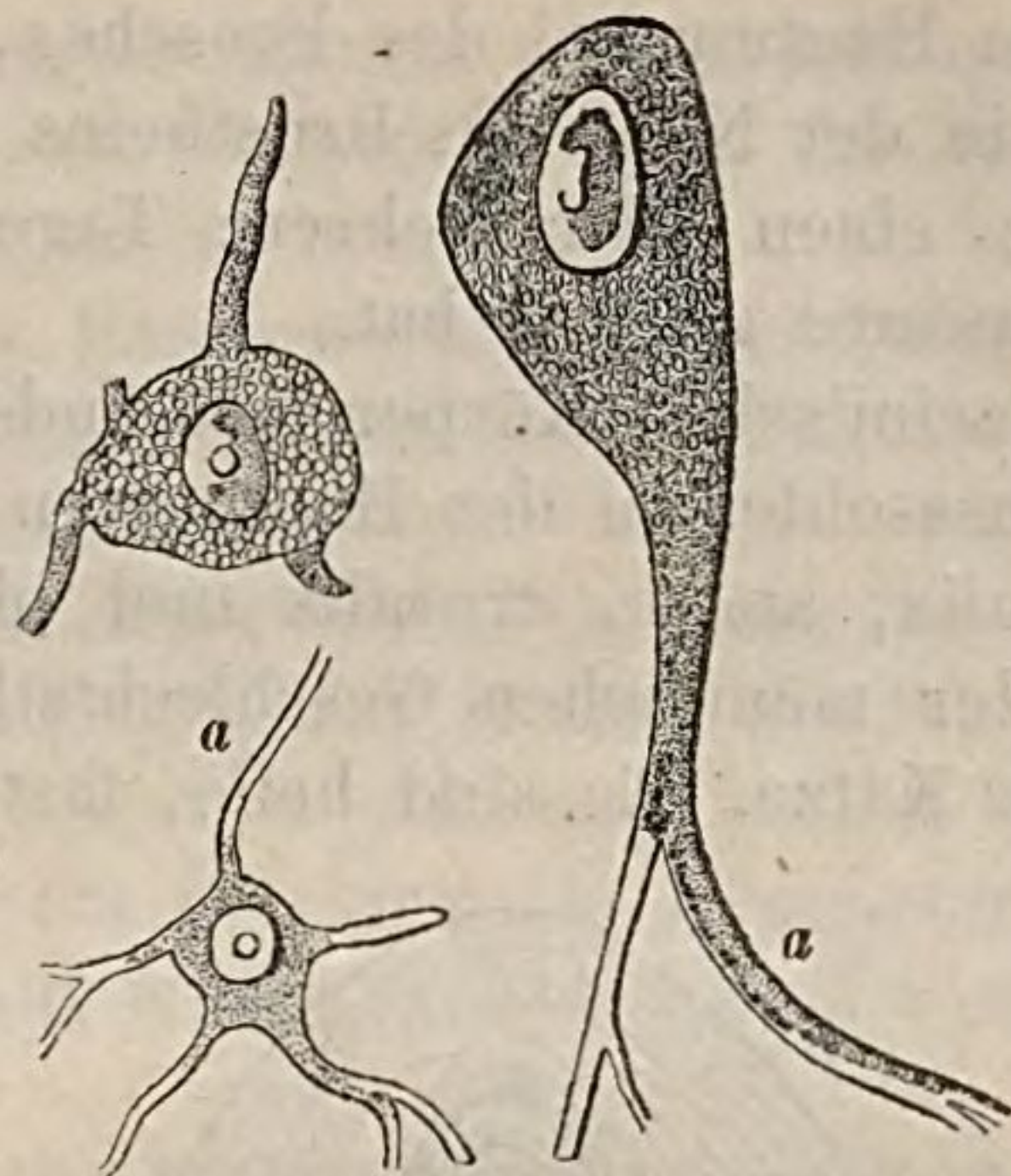


Ganglien-kugeln mit Anhängen aus einem Brustganglion des n. sympathicus, viele marklose Fasern und eine markhaltige.

An vielen bemerkt man jedoch keine Faser, und es ist unwahrscheinlich, dass dieselbe überall abgerissen ist. Man unterscheidet apolare, unipolare, bipolare und multipolare Ganglienzellen, je nachdem mehr oder weniger oder keine vorhanden sind. Man isolirt die peripherischen Ganglienzellen, wenn man ein Ganglion in verdünnter Lösung von Salpetersäure mit chlorsaurem Kali 24 Stunden stehen lässt.

Centrale
Ganglien-
zellen.

Die centralen Ganglienzellen sind alle mit Fortsätzen versehen, aber alle hüllenlos und von sehr verschiedener Grösse; die grössten finden sich in der grauen Substanz der Vorderhörner des Rückenmarks. Am leichtesten sieht man dieselben, wenn man Rückenmark in Chromsäure erhärtet und einen feinen Quer-



□ □ Ganglien kugeln mit hüllenlosen Nervenfasern.

schnitt unter dem Mikroskope untersucht. Die mächtigen Zellen mit den vielen, oft sich theilenden Ausläufern fallen gleich in die Augen. Durch Indigochromogen werden sie schön blau gefärbt. Die Ganglienzellen machen einen grossen Theil der grauen Substanz von Gehirn und Rückenmark aus.

§. 4. Endigung der Nervenfasern in der Peripherie.

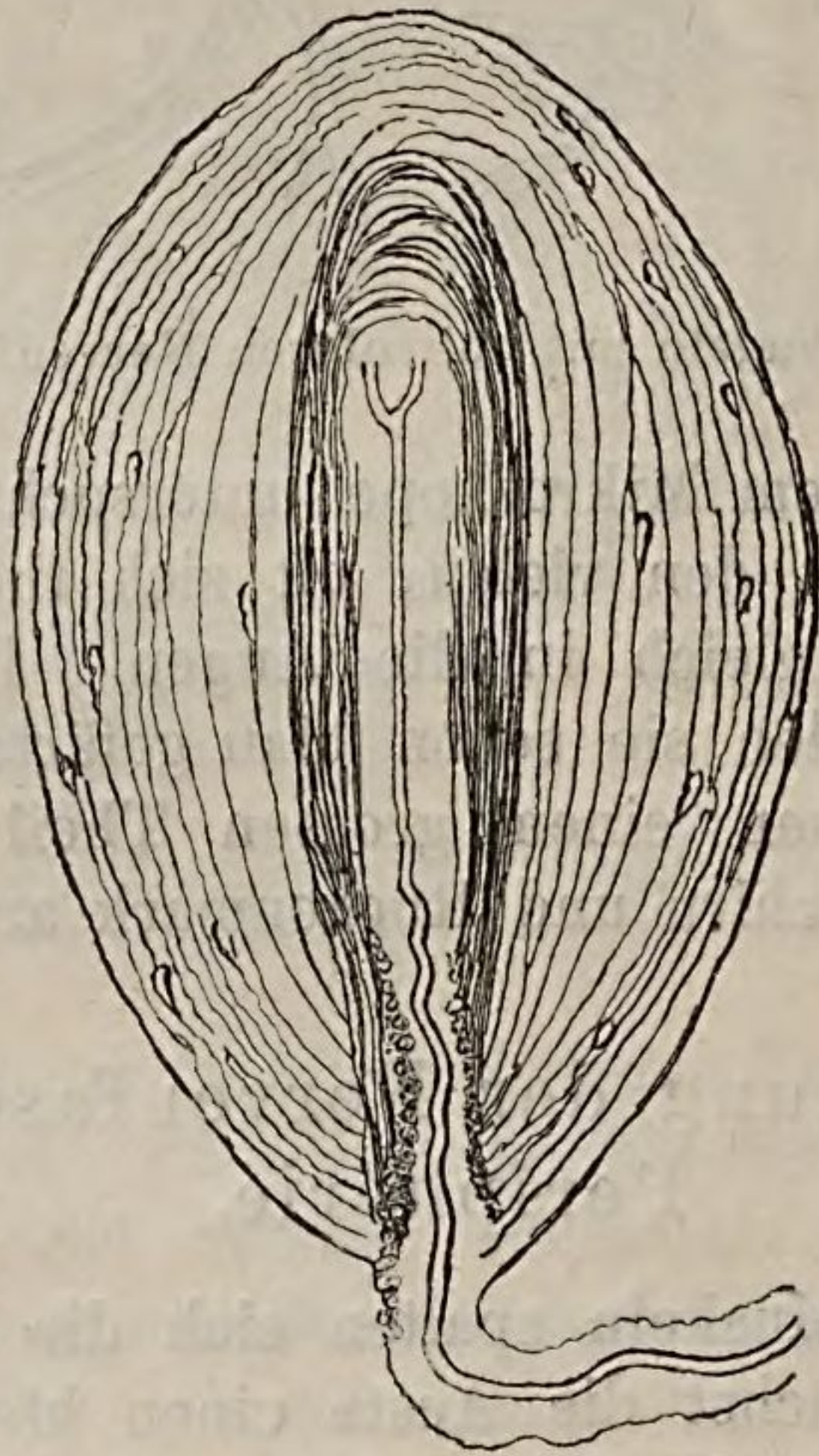
a) In den Muskeln spalten sich die Nervenfasern, ohne dass zunächst die Aeste einen kleinern Durchmesser haben als die Stämmchen, von denen sie ausgehen. Sie bleiben eine Strecke lang noch markhaltig, gehen aber zuletzt in feine Fasern aus, wahrscheinlich Achsencylinder, welche sich gleichfalls mehrfach theilen. An diesen getheilten Fasern bemerkt man da, wo sie feiner werden, zahlreiche Kerne, welche aber nicht ihre Enden ausmachen. Sie durchbohren das sarcolemma und gehen endlich in eine verdickte Platte aus. Man untersucht die Nervenenden in den Muskeln am

In der Peripherie theilen sich die Nervenfasern.

besten in dem Hautmuskel des Frosches, welcher sich an der Haut in der Nähe des Brustbeins inserirt, nachdem derselbe einen oder mehrere Tage in sehr verdünnter Essigsäure gelegen hat.

Pacini'sche
Körperchen.

b) Die Pacini'schen Körperchen finden sich in der Hand- und Fusssohle, an den Hautnerven des n. medianus und tibialis, am n. cruralis und plexus sacralis, den Nerven der männlichen Geschlechtstheile, in dem mesocolon der Katze. Es sind helle, fast durchsichtige



Pacini'sche Körperchen aus dem mesocolon der Katze,
300 mal vergrößert.

Körperchen, $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ ''' im Durchmesser, und hängen mittels eines feinen Stiels an einem Nervenfaden. Sie bestehen aus Schichten, welche concentrisch über einander liegen und zwischen welchen eine Flüssigkeit enthalten ist. Durch die Mitte eines Pacini'schen Körperchens geht ein Achsencylinder, der sich an seinem Ende spaltet.

c) An manchen Stellen der Haut, besonders aber der conjunctiva scleroticae, endigen die Nerven auf eine ähnliche Weise in Kolben. Endkolben an der conjunctiva sclerot.

d) In den Papillen der Finger, am Nagelgliede derselben, finden sich um die Nerven die sogenannten Tastkörperchen. Tastkörperchen.

e) An den elektrischen Organen der Fische sind die Nervenendigungen mit Platten versehen. Enden an den elektrischen Organen.

f) In der Nasenschleimhaut, in dem innern Gehör und in der retina scheinen die Nervenendigungen der Sinnesnerven mit bindegewebsartigen Fäden zusammenzuhängen. In den Sinnesorganen.

g) An einigen Stellen scheinen die Nerven in Schlingen umzuwenden, so besonders an der iris; jedoch wird auch diese Schlingenbildung nicht von allen Beobachtern angenommen. Schlingen.

§. 5. Verlauf der Nervenfasern.

Zwischen dem Ursprunge der Nerven aus den Ganglienzellen und ihren letzten Enden liegen die Primivnervenfasern neben einander, ohne dass sie sich theilen oder mit einander anastomosiren.

§. 6. Verbindung der Nervenfasern.

Zwischen den einzelnen Nervenfasern sowie auch zwischen den Ganglien kugeln in der Peripherie liegt Bindegewebe, welches mit dem Neurilem in Verbindung steht; aber ausserdem finden sich noch Bindegewebsfasern, wie im embryonalen Bindegewebe, kernhaltige, feine, oft getheilte Fasern. Von den Hüllen um die Ganglien kugeln ist schon die Rede gewesen. — In den Centraltheilen sind Bindegewebsfasern und Bindegewebskörperchen in reichlicher Menge.

§. 7. Chemische Bestandtheile der Nervenfasern.

In den Nerven Wasser, Fett, Proteïn, Salze.

Die Nervensubstanz enthält: Wasser, eine stickstoffhaltige, proteïnähnliche Substanz, Fett, Extractivstoffe und anorganische Bestandtheile. In der grauen Substanz sind 86 %, in der weissen ungefähr 70 % Wasser enthalten. Die weisse Substanz ist reicher an Eiweiss als die graue; das Gehirn enthält ungefähr 70 %. Die Gehirnfette sind reich an Phosphor und bestehen aus Elain, Oelsäure, Margarin, Cholestearin, Cerebrinsäure, Oelphosphorsäure.

Zweites Kapitel.

Organische Eigenschaften der Nerven.

§. 8. Allgemeines.

Zwei Arten von Nerven, sensible und motorische.

Man unterscheidet wesentlich zwei Arten von Nerven, die sensiblen und die motorischen. Die sensiblen werden erregt in der Richtung von der Peripherie nach dem Centrum, die motorischen in der Richtung vom Centrum nach der Peripherie. Die Thätigkeit beiderlei Nervenarten wird durch Kräfte hervorgebracht, welche sich in den Ganglienzellen, namentlich in denen des Gehirns und Rückenmarks, entwickeln. Wenn sie getrennt von ihren Centraltheilen sind, hört früher oder später ihre Thätigkeit auf.

§. 9. Bell'sches Gesetz.

Beweise für das Bell'sche Gesetz.

Durch Charles Bell wurde entdeckt, dass die Wirkung der hintern und vordern Wurzeln des Rückenmarks verschieden ist. Folgende Erscheinungen fasst man unter dem Namen Bell'sches Gesetz zusammen.

a) Schneidet man eine hintere Wurzel an dem Rückenmarke durch, sodass ein Theil am Rückenmarke noch hängen bleibt, so macht ein Thier während der Durchschneidung Bewegungen am Körper, welche deutlich zu erkennen geben, dass sie von Schmerz herrühren.

Hintere Wurzeln.

b) Reizt man das peripherische Ende der durchgeschnittenen Wurzel, so erfolgen gar keine Wirkungen.

c) Reizt man das centrale, noch mit dem Rückenmark zusammenhängende Ende, so zeigen sich wieder Schmerzensäusserungen.

d) Alle Theile, in welchen sich die der durchgeschnittenen hintern Wurzel angehörenden Fasern verbreiten, sind vollkommen gefühllos.

e) Durchschneidet man die vordere Wurzel, so entstehen während der Durchschneidung Zuckungen, welche genau auf die Theile beschränkt sind, in welchen sich der durchschnittenen Nerv verbreitet.

Vordere Wurzeln.

f) Wird das centrale Ende gereizt, so sieht man gar keine Wirkung.

g) Wird das peripherische Ende gereizt, so entstehen Zuckungen, wie bei e).

h) Alle diejenigen Muskeln, zu welchen Fasern der durchgeschnittenen vordern Wurzel hingehen, werden nicht mehr vom Thiere bewegt, wenn es eine Bewegung seines übrigen Körpers vornimmt.

i) Nach durchgeschnittenen hintern Wurzeln bleibt die Bewegung, nach durchgeschnittenen vordern Wurzeln das Gefühl an dem betreffenden Theile unversehrt zurück. Wenn man z. B. bei einem Frosche die hintern Wurzeln des 7., 8. und 9. Nerven durchschneidet, so ist die hintere Extremität vollständig gefühllos; sie kann jedoch Bewegungen ausführen, die aber mitunter wegen des mangelnden Gefühls nicht ganz harmonisch mit denen des gesunden Gliedes ausfallen. Werden hingegen von den obengenannten Ner-

ven die vordern Wurzeln durchschnitten, so schleppt der Frosch das Bein mit sich, ohne dass er es im geringsten bewegt; hingegen macht jeder Reiz auf die Haut des Gliedes Schmerz.

Gemischte
Nerven im
Verlaufe.

k) In den meisten Nerven des Körpers sind motorische und sensible Fasern neben einander, und es entsteht daher nach der Durchschneidung die sensible Wirkung am centralen und die motorische am peripherischen Ende.

Gehirnnerven.

l) Bei den Gehirnnerven ist eine Unterscheidung zwischen hinterer und vorderer Wurzel nur am trigeminus möglich. Die portio major ist der sensible, die portio minor der motorische Theil des Nerven. Bei den übrigen Gehirnnerven ist eine solche Trennung nicht vorhanden; hingegen gibt es Gehirnnerven, welche nur eine Function haben, während andere schon bei ihrem Austritte aus dem Gehirne Fasern der einen und Fasern der andern Art in sich tragen.

Sensuelle
Nerven.

m) Die drei Gehirnnerven: n. olfactorius, opticus und acusticus, welche für die Empfindung des Geruchs, des Gefühls und des Gehörs bestimmt sind, sind ganz gefühllos; nach der Durchschneidung bringt Reizung des peripherischen Endes auch keine Bewegung hervor; man unterscheidet sie daher, als eine besondere Art der sensiblen Nerven, unter dem Namen sensuelle Nerven.

n) Unter den Gehirnnerven sind blos motorisch: n. oculomotorius, trochlearis, abducens, wahrscheinlich auch der facialis, accessorius Willisii, hypoglossus. An seiner Wurzel gemischt ist der n. vagus.

§. 10. Nervenreize.

Definition von
Nervenreizen.

Man nennt alle Veranlassungen, welche, wenn sie auf sensible Nerven wirken, eine Gefühls- oder Empfindungserscheinung, und welche, auf motorische Nerven

angewendet, Contraction der Muskeln hervorbringen, Nervenreize. Man unterscheidet mechanische, che-^{Arten von Nervenreizen.} mische, thermische, elektrische und innere, d. h. in dem Körper selbst vorhandene Reize. Die Reize auf motorische Nerven sind am genauesten untersucht, weil man die Wirkung derselben direct beobachten kann, während man die Wirkung der Reize auf sensible Nerven nur durch die mehr oder weniger allgemeinen Körperbewegungen zu erkennen vermag. Für die Zuckungen, aber nicht für das Gefühl und die Empfindungen ist ein bestimmtes Mass vorhanden.

§. 11. Elektrische Reize.

Wenn der elektrische Strom durch einen motori-^{Elektrische Reize.} schen Nerven hindurchgeht, so entsteht in dem Augenblicke, in welchem sein Durchfliessen beginnt, und dann nur in dem Augenblicke, in welchem dasselbe aufhört, eine Zuckung. In der Zwischenzeit zwischen Anfang und Ende, während welcher der Strom den Nerven durchfliesst, ist keine Zuckung vorhanden; dies ist wenigstens Regel, nur bei sehr reizbaren Thieren und bei sehr bedeutender Nervenstärke finden sich auch Zuckungen in der Zwischenzeit. Man unter-^{Schliessungs-, Oeffnungszuckung.} scheidet daher eine Schliessungszuckung, eine Pause und eine Oeffnungszuckung. Zuweilen dauert die Oeffnungszuckung auch noch fort, wenn bereits die Kette geöffnet ist. Man nennt diese fortdauernde, oft sehr vehemente Zuckung den Ritter'schen Oeffnungstetanus.

Anders verhält es sich hingegen mit den Gefühlsnerven. Zur Zeit der Schliessung und der Oeffnung ist der Schmerz zwar stärker als in der Zwischenzeit, aber hört auch dann nicht auf.

§. 12. Mittel zur Erzeugung elektrischer Reize.

Constante und
inducirte
Ströme.

Die Ketten
von Daniell,
Grove,
Bunsen.

Strom-
richtung.

Aufsteigen-
der, abstei-
gender Strom.

Man wendet zu elektrischen Reizungen den constanten oder den inducirten Strom an. Die Constanz des Stromes wird dadurch bewirkt, dass das positive Metall in eine andere Flüssigkeit eingetaucht ist, als das negative. Man wendet hauptsächlich drei verschiedene Batterien an: 1) die Becquerel'sche oder Daniell'sche Säule mit Zink und Kupfer; der Zinkkolben steht in einem mit verdünnter Schwefelsäure (1 : 12) gefüllten Thoncylinder, die Kupferplatte in einer starken Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd. 2) Die Grove'sche Säule mit Zink und Platina; die Platinplatte steht in einem Thoncylinder, welcher Salpetersäure mit salpetriger Säure enthält, das Zink in verdünnter Schwefelsäure. 3) Bunsen'sche Säule mit Zink und Kohle. — Der Strom geht von dem positiven Zink durch die Flüssigkeit zu Kupfer oder Platin oder Kohle, welche negativ sind und von denen die Kohle sich am meisten negativ gegen Zink verhält. Wenn ein Draht die beiden Metalle mit einander verbindet, so fliesst der elektrische Strom aus dem negativen Pol durch den Schliessungsbogen zu dem positiven Pol. Wenn der Schliessungsbogen unterbrochen ist und in die unterbrochene Stelle ein thierischer Theil, z. B. ein Nerv oder Muskel, eingeschaltet wird, so geht die Elektrizität von dem negativen Metall durch den Nerven, resp. Muskel zum positiven über. Wenn der positive Strom in das nach den Füßen hingerichtete Ende oder das Fussende des thierischen Theils eindringt und aus dem Kopfende wieder hervortritt, so nennt man ihn aufsteigend; wenn er vom Kopfende gegen das Fussende gerichtet ist, so nennt man ihn absteigend. Wenn man also beispielsweise den n. ischiadicus vom Frosche präparirt hat und den Draht, welcher mit dem Kupfer, Platin oder

der Kohle in Verbindung steht, an dasjenige Nervenende anlegt, welches an die Wirbelsäule zunächst grenzt, und den andern an das entgegengesetzte Ende des Nerven, so ist der Strom absteigend. Man nennt den positiven Draht (Elektrode) die Anode und die negative Elektrode die Kathode. (Der mit dem Zink verbundene Draht ist die Anode, der andere die Kathode.) Wenn die Elektrizität durch Wasser oder Salzlösungen etc. hindurchgeht, so werden dieselben zersetzt, der positive O des HO tritt an den negativen Pol und der negative H an den positiven Pol. Von den Salzlösungen tritt die Base an den negativen und die Säure an den positiven Pol. Es wird dadurch in jeder Flüssigkeit ein eigener Strom erzeugt, der sogenannte Polarisationsstrom, welcher dem ursprünglichen Strom entgegengesetzt ist und ihn daher schwächt. Man kennt Metalle und Flüssigkeiten, bei welchen die Polarisation auf ein Minimum zurückgebracht ist. Von jenen steht obenan das verquickte Zink, von diesen eine Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd.

Anode,
Kathode.

Polarisations-
strom.

Der inducirte Strom entsteht dadurch, dass unter gewissen Umständen die durch den primären Strom erzeugte Elektrizität in distans wirkt; ein solcher Uebergang wird wesentlich durch eine Drahtrolle vermittelt. Wenn der primäre Strom geschlossen wird, so entsteht in der inducirten Rolle ein Strom, welcher dem primären entgegengesetzt ist und dessen Stärke daher abschwächt. Bei Schliessung der Kette wirkt daher der inducirte Strom auf Gefühls- und Bewegungsnerven nur schwach; in dem Augenblicke hingegen, in welchem die primäre Kette geöffnet wird, entsteht in der inducirten Rolle ein Strom, welcher gleichgerichtet ist mit dem primären und dessen Wirkung also vergrößert; es tritt daher in der Regel nur Zuckung und nur Schmerz ein (sowie ein Funke), wenn die inducirte Kette geöffnet wird, und es bedarf sehr starker Ströme,

Inducirter
Strom.

um auch bei dem Schluss der Kette jene Erscheinung hervorzurufen. Der inducirte Strom hat auch die Eigenthümlichkeit, dass die Elektricität eine sehr hohe Spannung zeigt, ähnlich wie bei der Reibungselektricität, und es verbreitet sich dadurch dieselbe leicht auf benachbarte Theile. Bei Anwendung der Inductionselektricität ist daher eine sehr sorgfältige Isolation durch Glas oder Guttapercha absolut erforderlich.

Unipolare
Inductions-
zuckung.

Von der grossen Spannung hängt es auch ab, dass bei bedeutender Stromstärke selbst ein Draht schon Wirkungen hervorbringt. Es ist bemerkenswerth, dass in diesem Falle mehr Schmerz entsteht bei trockener Haut als bei feuchter, und mehr Schmerz, wenn die Polenden spitz, als wenn sie rund sind. Man nennt diese Erscheinungen unipolare Inductionsercheinungen.

Man kann endlich drittens auch diejenigen elektrischen Ströme als Reize anwenden, welche im Muskel und Nerven selbst vorhanden sind.

Zuckungs-
gesetz.

§. 13. Zuckungsgesetz.

Es macht einen Unterschied, ob der constante Strom durch einen Nerven auf- oder absteigend hindurchgeht. Man nennt die Norm, nach welcher diese Verschiedenheit erfolgt, Zuckungsgesetz. Die wichtigsten Erscheinungen sind folgende:

An frischen
Nerven.

1) Wenn die Nerven frisch sind oder an noch lebenden Thieren entsteht bei geringer Stromstärke sowohl in auf- als absteigender Richtung nur Schliessungszuckung.

An absterben-
den Nerven.

2) Wird ein Nerv länger gereizt und büsst er dadurch von seiner Lebensthätigkeit ein, oder wenn er getrennt vom Körper ist und allmählig abstirbt, so entsteht bei schwacher Reizung nach jenem ersten Stadium das zweite, welches sich durch Schliessungs- und Oeffnungszuckung bei beiden Stromrichtungen zu er-

kennen gibt; im dritten Stadium endlich ist bei absteigendem Strome bloß Schliessungszuckung, bei aufsteigendem bloß Oeffnungszuckung vorhanden; dann hört die Reaction auf.

3) In einem und demselben Nerven kommt es vor, dass an verschiedenen Stellen desselben gleichzeitig bei derselben Reizung zwei verschiedene Stadien auftreten. Dies rührt daher, dass die verschiedenen Theile des Nerven nicht zu gleicher Zeit absterben. Vielmehr stirbt der der Wirbelsäule näher gelegene Theil des n. ischiad. eher ab als der darauf folgende, dieser eher als derjenige, welcher dem Unterschenkel am nächsten ist; es kann daher kommen, dass der oberste Theil des Nerven im dritten, der mittlere im zweiten und der unterste im ersten Stadium ist. In einem solchen Falle würde man, wenn man den absteigenden Strom anwendete, im obersten Drittel Schliessungszuckung, im zweiten S und O, im dritten S finden und beim aufsteigenden S, SO, O.

An verschiedenen Stellen desselben Nerven.

4) Dieselben Wirkungen, welche man nach und nach in Folge der abnehmenden Lebensthätigkeit, unter Anwendung schwacher Reize, an einem Nerven bemerkt, kann man auch bei ganz frischen Nerven dadurch hervorbringen, dass man verschiedene Stromstärken einwirken lässt. Die Erfahrung lehrt hierüber Folgendes: Bei einer geringen Stromstärke, z. B. einem Daniell'schen Elemente, entstehen die Erscheinungen, welche oben bei dem ersten Stadium angegeben sind, bloß S, bei 2—6 oder 7 Daniell'schen Elementen die Wirkungen des zweiten Stadiums, bei 6—10 Grove'schen Elementen die Wirkungen des dritten Stadiums. Wird eine noch grössere Stromstärke angewendet, etwa 16—20 Grove'sche Elemente, so treten wieder nach beiden Richtungen S und O ein.

Bei verschiedenen starken Reizungen.

5) Obgleich oben nur drei Stadien angegeben sind, so sind dieselben doch nicht streng geschieden und es

finden Uebergänge statt, sodass z. B., bevor O schwindet, dasselbe allmählig abnimmt, weshalb oft noch mehr als drei Stadien angegeben werden; doch kommen manche Abweichungen vor. Auf die Nervenwurzeln hat das Zuckungsgesetz keine vollständige Anwendung.

§. 14. Electrotonus.

Was ist
Electrotonus?

Wenn ein Nerv von einem constanten elektrischen Strom durchflossen wird, so wird er während dieser Zeit an den Stellen, welche nicht durchflossen werden, doch verändert, und diese Veränderung, welche durch einen constanten elektrischen Strom in einem Nerven hervorgebracht wird, nennt man Electrotonus.

Anelectrotonus.
Katelectrotonus.

Im Allgemeinen gilt als Regel, dass derjenige Theil des Nerven, welcher in der Nähe des positiven Pols liegt, in seiner Erregbarkeit früher oder später herabgesetzt wird, dass hingegen derjenige Theil des frischen Nerven, welcher in der Nähe des negativen Pols liegt, in seiner Erregbarkeit erhöht wird, solange nämlich der constante Strom durch den Nerven hindurchgeht. Man nennt die auf diese Weise hervorgebrachte verminderte Erregbarkeit am positiven Pole Anelectrotonus, hingegen die vermehrte Erregbarkeit am negativen Pole Katelectrotonus.

Methode.

Um diese Erscheinungen kennen zu lernen, muss man ausser dem constanten Strom, der einen Nerven durchfließt, gleichzeitig noch einen zweiten Reiz auf den Nerven anbringen. Liegt dieser Reiz, z. B. Kochsalz, neben dem positiven Pole, so werden die durch Salz hervorgebrachten Zuckungen vermindert, wenn die constante Kette geschlossen, und treten im verstärkten Masse auf, wenn dieselbe wieder geöffnet wird; hingegen werden die Zuckungen vermehrt, wenn zur Zeit der Schliessung der Kette das Salz in der Nähe des negativen Pols liegt. Je näher der Reiz dem con-

stanten Strome liegt, desto stärker die Wirkung. Wenn auch im Allgemeinen die obigen Angaben richtig sind, so lehrt doch eine genauere Beobachtung, dass auch eine Zuckung sich vermehren kann und sich sogar constant vermehrt, wenn der positive Pol neben dem Reize liegt. Dies geschieht nämlich in dem Falle, wenn an dem n. ischiadicus der Reiz zwischen Wirbelsäule und constanter Kette liegt und in der letztern der Strom absteigend fließt. Aber diese Vermehrung der Zuckung dauert nicht lange, sondern geht bald in eine Abnahme über. Auch wenn eine starke constante Kette aufsteigend im n. ischiadicus geschlossen wird und zwischen dieser und dem Unterschenkel ein sehr schwacher absteigender Strom angebracht wird, nimmt dennoch während des Schlusses jener Kette die Zuckung ab oder schwindet, trotzdem dass der negative Pol in der Nähe des Reizes liegt.

Genaueres
Verhalten des
elektrotoni-
schen
Zustandes.

§. 15. Reizung durch die Elektrizität in dem Nerven selbst.

Wenn Quer- und Längsschnitt des n. ischiadicus gleichzeitig auf die damit verbundenen Muskeln des Unterschenkels auffallen, sodass ein Punkt eines Muskels von dem Längsschnitt und ein anderer Punkt von dem Querschnitt berührt wird, so zuckt bei reizbaren Fröschen der Muskel. Ja es ist oft schon ausreichend, wenn man an einem solchen Präparate nur den Querschnitt des Nerven auf einen Muskeltheil fallen lässt, oder auch nur auf eine andere Stelle des Nerven, um bei reizbaren Thieren Zuckungen hervorzubringen. Ebenso entsteht eine Abweichung der Magnetnadel, wenn zwei Punkte eines Nerven von dem Querschnitte und einem Punkte des Längsschnittes eines zweiten Nerven, oder auch selbst von zwei Punkten des Längsschnittes dieses zweiten Nerven leicht berührt werden.

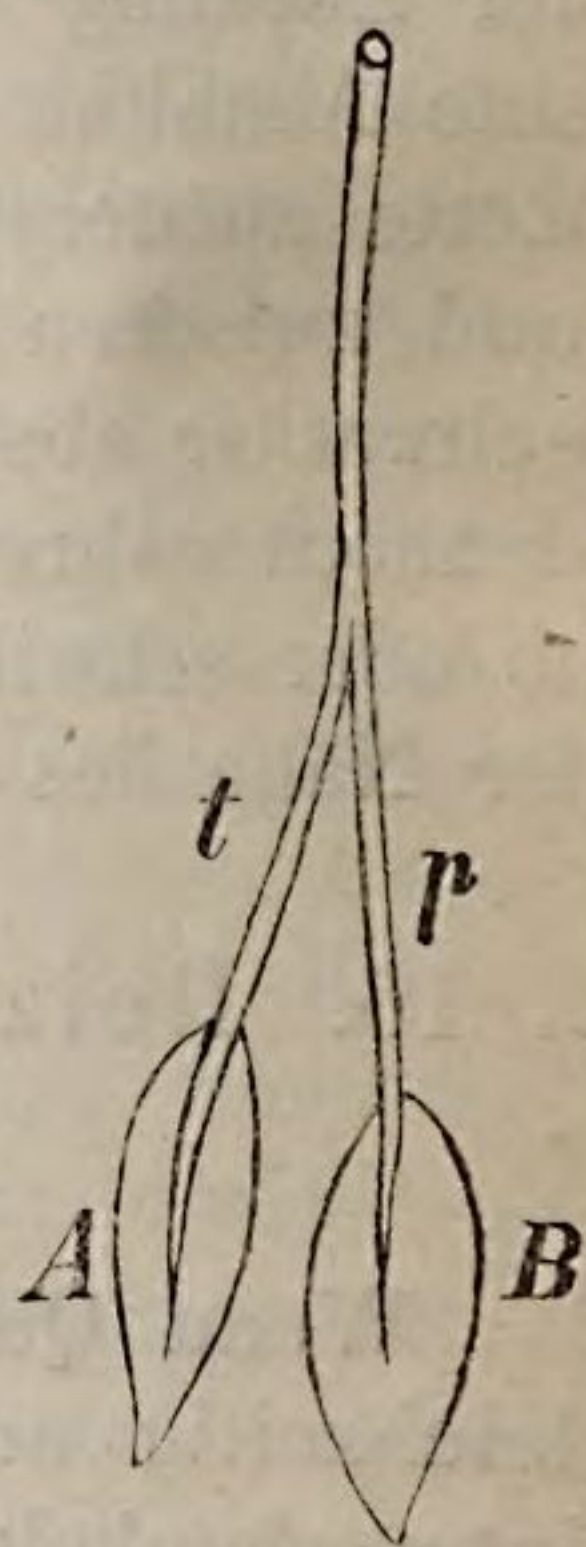
Zuckung ohne
Metalle.

Secundäre
Zuckung.

Secundäre Zuckung. Bereitet man zwei Froschpräparate und legt den Nerven des einen Präparats *a* auf die Unterschenkelmuskeln des andern Präparats *b*, galvanisirt sodann den Nerven *b*, so entstehen bei reizbaren Fröschen Zuckungen auch in dem nicht gereizten Beine, was besonders der Fall ist, wenn der Nerv mit seinem Quer- und Längsschnitt den Muskel berührt.

Paradoxe
Zuckung.

Paradoxe Zuckungen. Es ist Regel, dass nur diejenigen Muskeln durch die Reizung eines motorischen Nerven zucken, dessen Zweige in diesen Muskeln verbreitet sind, nicht aber Muskeln, zu denen andere nicht gereizte Nerven hingehen. Mitunter geschieht jedoch auch das letztere; so verzweigt sich der n. ischiad. in den n. tibialis (*t*) und peroneus (*p*). Man sieht nun zuweilen, dass durch Reizung des tibialis Muskeln (*B*) contrahirt werden, welche von dem n. peroneus versorgt werden und umgekehrt. Dies nennt man paradoxe Zuckung.



§. 16. Wirkung des gereizten Nerven auf den Multiplikator.

Nervenstrom
im Electro-
tonus.

Wenn man durch einen constanten Strom einen abgeschnittenen Nerven in der Weise reizt, dass die Richtung des constanten Stroms dieselbe ist wie die in dem Nerven, oder wie die Richtung des Nervenstroms, so wird dadurch der ursprüngliche Nervenstrom verstärkt. Man nennt dies die positive Phase des elektrotonischen Zustandes. Man lege, um dieselbe nachzuweisen, die beiden Bäusche an das Ende

des abgeschnittenen nerv. ischiadicus in der Art, dass der eine Bausch vom Querschnitte dieses Nerven, der andere von einem Punkt des Längsschnittes berührt wird; mit einem Theile des Restes vom Nerven bringe man eine constante Kette in Verbindung. In dem Nerven geht der Strom vom Querschnitt zum Längsschnitt. Wenn nun der constante Strom, der durch einen andern Theil des Längsschnittes geht, ebenso gerichtet ist, so vergrössert sich der Ausschlag beim Schlusse der Kette. Unter negativer Phase des elektrotonischen Zustandes versteht man diejenige Abnahme des ursprünglichen Nervenstroms, welche dadurch entsteht, dass ein constanter Strom in entgegengesetzter Richtung durch einen Theil des Längsschnittes des Nerven fliesst.

§. 17. Negative Stromschwankung.

Wenn der Nerv durch irgend einen Reiz erregt wird, so beobachtet man, dass die Abweichung der Nadel, welche durch den Nervenstrom hervorgebracht wird, abnimmt. Man nennt dieses die negative Stromschwankung. Die Abnahme ist bisweilen so stark, dass die Nadel nicht nur auf Null, sondern in den entgegengesetzten Quadranten tritt.

Negative
Strom-
schwankung.

§. 18. Absterben der Nerven.

Die Nerven sterben vom Centrum nach der Peripherie ab, das Gehirn eher als das Rückenmark, dieses eher als die Nerven, die sensuellen eher als die sensiblen, diese eher als die motorischen, die cerebrospinalen eher als der n. sympathicus, das dem Centrum näher gelegene Ende des Nerven eher als das der Peripherie näher gelegene. Man nennt dieses Gesetz,

Ritter-Valli'sches Gesetz.

nach welchen die Nerven absterben, das Ritter-Valli'sche Gesetz.

§. 19. Andere als elektrische Reize.

Chemische
Reize.

Von den chemischen Reizen wirken die Säuren stärker auf die sensiblen als motorischen Nerven, hingegen die Alkalien stärker auf die letztern als auf die erstern. Fast alle Salze, sowie auch die Galle reizen die Nerven. Man kennt bis jetzt kein Mittel, welches die Nerven reizte und nicht die Muskeln, oder umgekehrt. Zu den chemischen Reizen gehört auch die Entziehung von Wasser, Alkohol, Kreosot, Harnstoff.

Mechanische
Reize.

Zu den mechanischen Reizen gehören alle die, welche durch Trennung der Nerven, wie Schnitt und Stich, oder durch Quetschung oder durch eine starke

Thermische
Reize.

Erschütterung wirken. Erhöhte und verminderte Temperatur bringt gleichfalls Zuckungen hervor; gewöhnlich treten diese bei Reizungen am Froschnerven bei einer Temperatur von $40-45^{\circ}\text{C}$. und unter 5°C . ein. Die Muskelfasern der Haut ziehen sich bei vielen Menschen schon wenige Grade unter Null zusammen und bilden die Gänsehaut. Durch erhöhte Temperatur entsteht Schmerz, später kommen erst Zuckungen zum Vorschein.

Innere Reize.

Zu den innern Reizen gehören diejenigen, welche durch das Nervensystem selbst erzeugt werden, so die durch Vorstellungen hervorgebrachten Veränderungen des Gehirns, Reizungen des Rückenmarks durch Gifte, z. B. Strychnin u. s. w.

§. 20. Reizbarkeit.

Was ist Reiz-
barkeit?

Die Fähigkeit eines Nerven, durch Reize in einen veränderten Zustand versetzt zu werden, nennt man die Reizbarkeit. In Folge dieser Veränderung erregt

der motorische Nerv in den Muskelfasern Contraction, der sensible Nerv Gefühl, der sensuelle Nerv Empfindung. Für das normale Leben gibt es einen mittlern Grad von Reizbarkeit. Wenn dieser vorhanden ist, entstehen diejenigen Bewegungen, Gefühle, Empfindungen, welche für das normale Leben bestimmt und ausreichend sind. Die Reizbarkeit kann aber erhöht und vermindert werden. Dadurch entstehen nicht nur quantitativ vermehrte Erscheinungen, sondern auch qualitativ verschiedene. Die quantitative Vermehrung kennt man am besten an den motorischen Nerven, die Erscheinungen fallen aber auch hier, wie bei den sensiblen, oft mit der qualitativen Veränderung zusammen. Eine vermehrte Bewegung kann darin bestehen, dass in der Zeiteinheit durch denselben Reiz eine grössere Menge von Zusammenziehungen hervorgebracht wird oder die Bewegung eine anhaltendere ist. Beispiele von Reizbarkeitserhöhungen gewähren der Krampf, der Schmerz, das Ohrensausen, das Farbensehen u. s. w.

Der tetanus ist ein Zustand des gesunden Lebens, wenn er vom Willen oder einem entsprechenden zum gesunden Leben gehörenden Nervenprincipe erregt wird, wenn er daher wieder endigt, sobald jene Momente nicht mehr wirken; er ist ein kranker Zustand, sobald er von andern Reizen ausgeht.

Die erhöhte Reizbarkeit der Nerven tritt ^{Erhöhte Reizbarkeit.} ein, wenn ihre Lebensthätigkeit abzunehmen beginnt, sie führt zur Lähmung, d. h. der völligen Unthätigkeit der Nerven. Wenn bei erhöhter Reizbarkeit derselbe Reiz, welcher im gesunden Nerven gar keine Zuckung hervorbringt, in dem reizbaren Nerven eine solche erzeugt, so entsteht bei der Lähmung durch einen Nervenreiz, welcher auf den gesunden Nerven deutlich wirkt, kein Erfolg.

Ebenso macht beim sensiblen Nerven ein sonst indifferenter Reiz schon Schmerz, oder mässiges Licht

in der retina Lichtscheu und ein geringes Geräusch unangenehme Empfindungen im Ohr. Die Abnahme der Nerventhätigkeit, welche sich durch erhöhte Reizbarkeit kundgibt, kann aus verschiedenen Ursachen hervorgehen:

Ursachen
derselben.

1) zu starker oder zu anhaltender Reizung. Mit einer jeden Reizung ist eine moleculare Bewegung in den Nerven verbunden, welche, wenn sie eine grössere Intensität annimmt, mehr oder weniger zerstört. Diese moleculare Bewegung ist es, welche die Nervenerscheinungen, Gefühl, Empfindung, Muskelzusammenziehung veranlasst, sie ist es aber auch, welche die Nervenkraft verbraucht. Jeder Nerv, der eine Zeit lang gereizt ist, bringt Erscheinungen hervor, als wenn er durchschnitten wäre. So hört z. B. die Zwerchfellshälfte nach langer Reizung des betreffenden n. phrenicus auf, bei der Athmung sich zu contrahiren; im Anfange der Reizung ist die Contraction vermehrt, bei fortgesetzter Reizung erleidet sie einen dauernden Abbruch. Es vergeht immer eine gewisse Zeit, bis nach einer Reizung der Nerv sich wieder erholt. Wenn vermehrte Reizbarkeit durch zu starke Reize entstanden ist, so nennt man dieses Ueberreizung des Nerven.

2) Mangel an Ernährung. Eine der häufigsten Ursachen des Schmerzes und der erhöhten Reizbarkeit sind Mangel an ausreichender Nahrung, Verlust von Säften, wie Samen, Schleim, Speichel, Blut, deprimirende Gemüthsaffecte. Alle diese Ursachen hindern die Ernährung des Nervensystems.

3) Es gibt manche Substanzen, welche die Reizbarkeit erst vermehren, dann abstumpfen; dazu gehören die Narcotica, besonders Opium, das Coffein, das Quecksilber; wahrscheinlich wird durch alle diese Substanzen der Stoffwechsel verlangsamt.

§. 21. Verminderte Reizbarkeit.

Wenn die Reize einerseits die Nerven verbrauchen und daher ihre Thätigkeit aufzehren, so sind sie andererseits wieder Veranlassung einer noch vermehrten Kräfteäusserung in den Nerven. Durch Uebung vermehren wir die Nervenkraft; indem wir einen Theil derselben stets verbrauchen, wird, solange Verbrauch und Ersatz im Gleichgewichte stehen, die Nerventhätigkeit schliesslich durch Reizung vermehrt. Mangel an Reizung muss daher nothwendig die Reizbarkeit vermindern, weil der Blutzufluss in jedem Organe, also auch im Nervensystem mit der Thätigkeit desselben im geraden Verhältniss steht. Wird daher das Nervensystem von jeder Reizung abgeschlossen und also der Blutzufluss zu ihm vermindert, so nimmt die Reizbarkeit ab.

Verminderte Reizbarkeit.

Wie aus Obigem hervorgeht, beruht also eine Verminderung der Reizbarkeit auf zwei wesentlich verschiedenen Ursachen:

- 1) auf der Anwendung zu starker und anhaltender Reize und
- 2) auf dem Mangel an Reizen.

Es kann also z. B. in einem Theile durch Anwendung von Reizen die verlorene Reizbarkeit wiederhergestellt werden.

§. 22. Ausgezeichnete Stellen.

Man hat beobachtet, dass an einem und demselben Nerven es gewisse Stellen, welche nur einen kleinen Raum einnehmen, gibt, an denen die Reizbarkeit beträchtlich stärker ist. So z. B. ist an dem n. ischiadicus des Frosches die Stelle, an welcher der Oberschenkelast abgeht, beträchtlich reizbarer, und es bedarf eines viel schwächern elektrischen Stroms, um von dieser

Ausgezeichnete Stellen.

Stelle aus Zuckungen zu erzeugen, als von andern. Wo Nerven aus Knochenkanälen herauskommen, sind dieselben in Krankheiten empfindlicher als in ihrem weitem Verlauf. An einem galvanischen Präparate ist der Theil des n. ischiadicus, welcher an den Muskel grenzt, reizbarer als das entgegengesetzte Ende, welches an die Wirbelsäule grenzt, welche Erscheinung wahrscheinlich davon herrührt, dass das letztgenannte Ende dem Absterben näher, daher reizbarer ist als das Muskelende.

§. 23. Hemmungsnerven.

Hemmungs-
nerven.

Jede Bewegung wird aufgehoben, wenn eine Kraft sich entwickelt, welche der die Bewegung hervorbringenden entgegenwirkt. Gewisse Körpertheile sind während des Lebens und nach dem Tode in mehr oder weniger beständiger Bewegung, so das Herz, die Gedärme, der uterus, die Blase u. s. w. Die Kraft, durch welche diese Bewegungen hervorgebracht werden, ist bis jetzt noch nicht ermittelt. Man hat nun beobachtet, dass manche Nerven, welche zu den genannten Organen hingehen, wenn sie gereizt werden, eine Kraft entwickeln, welche jene Bewegung aufhebt. Von welcher Art diese Kraft ist, ist gleichfalls noch unbekannt. Man hat diese Nerven Hemmungsnerven genannt. Zu ihnen rechnet man die rami cardiaci nervi vagi, deren geringe Reizung den Herzschlag vermindert, deren starke ihn aufhebt. Es gehört ferner dahin der n. splanchnicus, welcher die peristaltische Bewegung der Gedärme unter Umständen aufhebt, sowie der n. vagus, durch dessen Reizung in seinem centralen Ende die Einathmung vermindert oder aufgehoben wird.

§. 24. Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Nerven.

Man hat beobachtet, dass manche muskulöse Or- Geschwin-
digkeit der
Nervenwir-
kung.
gane sich nicht sogleich contrahiren, wenn die Nerven, welche zu ihnen gehen, gereizt werden, dass vielmehr eine gewisse Zeit zwischen der Reizung und der eintretenden Contraction vergeht. Die Ursache kann in dem Muskel und auch in den Nerven gelegen sein, und Beides ist wirklich der Fall. Im Allgemeinen dauert es merklich länger, bis ein aus glatten Muskelfasern bestehendes Organ, wie der Darm, der uterus, die Blase, sich nach Reizung der betreffenden Nerven contrahirt, als bis ein aus quergestreiften Muskeln gebildetes Organ sich contrahirt; aber ferner lässt sich behaupten, dass nach Reizung des n. sympathicus später die Contraction erfolgt, als nach Reizung von cerebrospinalen Nerven. So besteht z. B. die iris bei Säugethieren aus glatten Muskelfasern, aber die Contraction des sphincter erfolgt viel rascher nach Reizung des n. oculomotorius, als die des dilatator nach Reizung des n. sympathicus.

Bei den quergestreiften Muskeln kann man mit blossem Auge eine Zeit zwischen der Reizung und Bewegung in der Regel gar nicht unterscheiden. Durch künstliche Vorrichtungen, durch welche man Bruchtheile einer Secunde zu erkennen im Stande ist, hat man jedoch erfahren, dass eine bestimmte Zeit vergeht, bis die Erregung durch den Nerven sich verbreitet hat.

Wenn nämlich in dem Augenblicke, in welchem die Reizung eines Nerven erfolgt, auch durch dieselbe Stromstärke, welche den Nerven reizt, eine Ablenkung der Magnetnadel bewirkt wird, und wenn mit dem Eintreten der Zuckung die galvanische Kette wieder geöffnet wird, so kann man aus der Grösse der Ablenkung der Magnetnadel auf die Zeit schliessen, welche zwischen der Reizung und Zusammenziehung des Muskels

liegt. Auch durch das Myographion hat man Untersuchungen der Art angestellt. Auf solche Weise hat man gefunden, dass die Nervenenerregung in der Secunde zwischen 24,6 und 38,4 Meter sich fortpflanzt und zwar bei einem abgeschnittenen Froschnerven. Man vermuthet, dass im menschlichen Nerven die Erregung mit einer Geschwindigkeit von 61,5 M. in einer Secunde erfolgt.

§. 25. Specifische Nerven.

Gründe für
und gegen die
Specificität
der Nerven.

Dieselben Einflüsse bringen in verschiedenen Nerven verschiedene Eindrücke hervor; die Aetherschwingungen erregen auf dem Auge die Empfindung des Sehens, auf der Haut die Empfindung der Wärme. Reize auf sensible Nerven machen Schmerz, auf motorische angewendet sind sie schmerzlos. Schallschwingungen bringen in den Gehörnerven eine Tonempfindung, in sensiblen Nerven ein ganz verschiedenes Gefühl oder gar keins hervor. In Folge dieser Erscheinungen unterscheidet man specifische Nerven. Aber es ist bis jetzt noch nicht ausgemacht, ob die Nerven an sich verschieden sind, oder ob sie es durch die Verbindung mit andern Theilen werden. Man kann annehmen, dass der motorische Nerv deshalb nicht fühlt und der sensible deshalb keine Bewegung anregt, weil jener nicht mit den Organen in Verbindung steht, in welchen das Gefühl erzeugt wird, und dieser nicht mit den Muskeln. Wenn es sich bestätigen sollte, was neuerdings angegeben wird, dass der von seinem Ursprunge ganz getrennte n. hypoglossus mit dem peripherischen Ende des n. lingualis, und dass das centrale Ende des n. lingualis mit dem peripherischen des hypoglossus verwachsen kann, und dass der ursprüngliche Lingualis-Stamm motorische Eigenschaften erhielt, so würde als wahrscheinlich gelten können, dass specifische Nerven nicht vorhanden sind.

§. 26. Mittheilung der Zustände eines Nerven an einen andern.

Ein in Thätigkeit gesetzter Nerv kann unter gewissen Bedingungen (s. S. 187) einen andern Nerven gleichfalls thätig machen. Diese Erscheinung, welche den Inductionsercheinungen der Elektricität ähnlich ist, kennt man am genauesten zwischen sensiblen und motorischen Nerven; man nennt sie Reflex. Ein solcher Reflex kommt aber nicht nur zwischen den eben genannten Nerven vor, sondern auch zwischen sensiblen und andern sensiblen Nerven und zwischen motorischen und andern motorischen. Man nennt jene Irradiation oder Mitempfindung, diese Mitbewegung.

Uebertragung
der Nerven-
kräfte.

Reflex, Irra-
diation, Mit-
bewegung.

Drittes Kapitel.

Gefühl.

§. 27. Allgemeines.

Beim Zustandekommen des Gefühls muss man gewisse Theile des Nervensystems unterscheiden, welche das Gefühlsvermögen erzeugen und anregen, ohne selbst Gefühl zu besitzen (ästhesodische Substanz), und solche, welche das Gefühlsvermögen besitzen. Das Gefühl ist eine Eigenschaft, welche sich bis jetzt durch kein objectives Reagens zu erkennen gibt, sondern rein subjectiv ist. Die Organe im Nervensystem, welche das Gefühlsvermögen anregen, fühlen selbst nicht; sie können gereizt werden, ohne dass eine Spur von Schmerz entsteht. Die Organe, welche fühlen, sind die sensiblen Nerven von der Peripherie an bis zu ihrer Verbindung mit den Ganglien des Rückenmarks;

Gefühl erre-
gende und
fühlende Ner-
venpartien.

Verlängertes
Mark und
graue Sub-
stanz der Hin-
terstränge als
gefühlanre-
gende Theile.

sie verlieren aber sogleich ihr Gefühlsvermögen, sobald sie nicht mehr in Verbindung mit ihren Anregungsorganen sind. Von letztern kennt man wesentlich zwei, nämlich erstens das verlängerte Mark und zweitens die graue Substanz der hintern Stränge des Rückenmarks. Sobald die Gefühlsfasern mit diesen Theilen nicht mehr in Verbindung stehen, so haben sie aufgehört zu fühlen. Von der grauen Substanz der hintern Stränge kann man mit Sicherheit beweisen, dass sie ganz gefühllos ist; sobald sie hingegen zerstört wird, haben alle unter ihr liegenden Theile das Gefühl verloren.

§. 28. Weisse Substanz der Hinterstränge.

Weisse Hinterstränge
enthalten die
Gefühls-
fasern.

Hyperästhe-
sie.

Wenn dieselbe an irgend einer Stelle des Rückenmarks ohne Verletzung der davor liegenden grauen Substanz weggenommen wird, so zeigt sich während der Wegnahme heftiger Schmerz, weil in ihr Gefühlsfasern verlaufen. Hingegen haben alle hinter der verletzten Stelle liegenden Körpertheile sowie auch das Rückenmark nicht nur ihr Gefühl behalten, sondern dasselbe scheint noch vermehrt (Hyperästhesie). Wenn an einer solchen Stelle, wo die weisse Substanz hinweggenommen ist, mit einer Nadel in die graue hineingestochen wird, so entsteht kein Schmerz, bis die Nadel wieder an die unverletzte hintere weisse Substanz gelangt. Bleiben die weissen Hinterstränge unversehrt, werden aber die grauen Hinterhörner zerschnitten, so haben alle Theile hinter der durchschnittenen grauen Substanz ihr Gefühl gänzlich verloren. Obwohl durch die Verletzung der Hinterstränge das Schmerzgefühl in den dahinter gelegenen Stellen nicht aufgehoben ist, so wirken dieselben doch sehr stark auf das Muskelgefühl. Daher findet man, dass Menschen, bei welchen die weissen Hinterstränge durch

Krankheit erweicht sind, nicht mehr fähig sind, eine zusammenhängende, geordnete Bewegung hervorzubringen, nicht mehr zu gehen oder zu stehen, oder, wenn die Erweichung bis zum Halsmarke geschritten ist, keine geordnete Bewegung mehr mit den Händen zu machen. Bei Thieren, denen die weissen Hinterstränge an einer Seite weggenommen sind, sieht man gleichfalls, dass sie nicht mehr regelmässig zu gehen im Stande sind, dass sie von einer Seite zur andern wanken, umfallen, oft rückwärts gehen. Dies rührt davon her, dass das Muskelgefühl nicht mehr vorhanden ist.

§. 29. Verlauf der Gefühlsfasern im Rückenmarke.

Der grösste Theil der Gefühlsfasern der rechten Seite geht nach dem Eintritte in das Rückenmark auf die linke Seite und umgekehrt. Im rechten verlängerten Mark ist daher die linke Gefühlsseite des Körpers repräsentirt. Wird eine Hälfte des Rückenmarks durchgeschnitten, so hört auf derselben Seite das Gefühl nicht nur nicht auf, sondern scheint noch vermehrt; auf der andern Seite hingegen, auf welchem das Rückenmark nicht durchschnitten ist, hat das Gefühl beträchtlich abgenommen.

Kreuzung
der Gefühls-
fasern.

Hyperästhe-
sie.

Nur die hintere Hälfte des Rückenmarks hat Gefühl, nicht die vordere; man kann letztere vielmehr reizen, wie man will, ohne dass auffallende Schmerzäusserungen hervortreten. Es ist allerdings auch an den Vordersträngen Gefühl wahrgenommen worden, aber nur in sehr geringem Grade; dies rührt von Faserzügen der Hinterstränge her, sowie auch rücklaufende Fasern der hintern Wurzeln die vordern Wurzeln begleiten und diesen Spuren von Gefühl mittheilen.

Gefühl in den
Centralthei-
len.

Von den höher liegenden Nerventheilen ist das

Gefühl vorhanden in der hintern Hälfte des verlängerten Marks, der Brücke und in den Ausstrahlungen der pedunculi cerebri, der untern Fläche des kleinen Gehirns, der untern Fläche der Vierhügel, einigermassen auch den Sehhügeln und gestreiften Körpern.

n. trigeminus
und
splanchnicus.

Unter den sensiblen Nerven sind besonders der n. trigeminus und splanchnicus und unter den Körpertheilen besonders die äussere Haut durch ihr Gefühl für schmerzerregende Eindrücke ausgezeichnet. Wenig Gefühl für Schmerz haben die Muskeln im normalen Zustande, auch die Knochen, die Leber, die Nieren. Die Hemisphären des grossen und kleinen Gehirns sind ganz gefühllos.

§. 30. Arten des Gefühls.

Schmerzge-
fühle in Mus-
keln und Sin-
nesorganen.

Obgleich die meisten mit sensiblen Nerven versehenen Organe durch äussere Verletzungen Schmerzgefühl bekommen, so ist doch, wie gesagt, dies nicht bei allen der Fall. Die sensiblen Nerven der Muskeln fühlen Schmerz bei Anstrengung der Muskeln, nicht aber wenn die Muskeln gestochen oder geschnitten werden; so fühlen auch der n. opticus, olfactorius und acusticus Schmerz durch zu intensives Licht, zu starke Gerüche und zu starken Schall, nicht aber bei Verletzungen. Die normalen Gefühle sind in verschiedenen Organen verschieden.

Hunger.

Der Hunger ist ein zusammengesetztes Gefühl, an welchem nur zum Theil die Gefühlsnerven des Magens sich betheiligen. Ausser dem nagenden, eigenthümlichen Magengefühle entsteht beim Hunger auch ein Gefühl der allgemeinen Erschlaffung und Ermüdung, sowie erhöhte Reizbarkeit im ganzen Nervensystem; endlich gesellt sich ein Trieb, Nahrung zu nehmen, hinzu. Wahrscheinlich wird der Hunger durch das Gefühl

mangelnder Ernährung an vielen Theilen des Körpers wahrgenommen und nur auf den Magen hauptsächlich deshalb bezogen, weil in demselben das Gefühl der Sättigung wahrgenommen wird. Bei vollem Magen und gleichzeitigem Blutmangel kann Hunger entstehen, bei leerem Magen das Gefühl ausbleiben. Das Sättigungsgefühl, welches im höhern Grade in Ekel übergeht, beruht auf einer Reizung der n. vagi, und durch dasselbe wird der Trieb nach Nahrung unterdrückt.

Sättigung.
Ekel.

Durch das Muskelgefühl erkennt man die Bewegungen des eigenen Körpers und die Beziehungen der Glieder zu einander und die Grösse des Widerstandes, welchen einzelne Theile den äussern umgebenden Körpern entgegensetzen haben.

Das Wollustgefühl hat wesentlich seinen Sitz in Theilen, welche cavernöses Gewebe, reichlich Nerven und Blutgefässe besitzen.

Wollust.

§. 31. Erscheinungen des Gefühls.

Im Gefühle unterscheidet man das Subjective, welches zum Bewusstsein kommt, und die objectiven Bewegungen, welche gewöhnlich durch Gefühl hervorgerufen werden. Von solchen Bewegungen kommen bei dem Menschen und den höhern Thieren vor:

- 1) Bewegungen der Stimmbänder und bei Menschen Bewegungen im Gesichte;
- 2) Bewegungen, welche zur Abwehr dienen;
- 3) Bewegungen, an welchen ein bestimmter Zweck nicht wahrnehmbar ist und die an allen Theilen des Muskelsystems, vornehmlich in der Nähe der schmerzhaften Stelle selbst entstehen. Das subjective Gefühl des Schmerzes ist beim Menschen immer verloren, sobald ein betreffender Theil durch seine Nerven nicht mehr mit dem verlängerten Marke in Verbindung steht.

Objective Erscheinungen
des Schmerzes.

Subjectives
Gefühl.

Bei Rückenmarksverletzungen sind daher die unter der Verletzung liegenden Körpertheile unmittelbar nach der Verletzung gefühllos.

§. 32. Bedingungen des Gefühls.

Es gehören dazu:

Wirkung der
Reizbarkeit
und der Reiz-
ung auf das
Gefühl.

1) Reizbarkeit der sensiblen Partien des Nervensystems, sowohl derer, welche das Gefühlsvermögen anregen, als derer, welche das Gefühlsvermögen besitzen, und

2) Reizung.

Die Reizbarkeit hängt ab:

a) von dem Blutzufluss. Durch Entziehung alles Blutes wird ein Theil vollkommen gefühllos. Die Ursache liegt darin, dass der Zufluss von Sauerstoff aufgehoben wird. Aber auch wenn die allgemeine Ernährung herabgesetzt wird, entstehen Störungen der Reizbarkeit; dieselbe wird zuerst krankhaft vermehrt (Schmerz) und später vermindert. Eine der häufigsten Ursachen des Schmerzes ist Ernährungs-mangel.

b) Von der Zahl der Nerven, welche gereizt werden. Bringt man einen Finger in warmes Wasser, so fühlt derselbe die Wärme bei weitem nicht so rasch, als wenn die ganze Hand in gleich temperirtes Wasser gebracht wird.

c) Gewohnheit. Je öfter die Nerven Gefühlseindrücke erhalten, desto leichter nehmen sie dieselben auf. Wenn die Leitung zwischen der gereizten Stelle und den Centraltheilen unterbrochen wird, wie z. B. durch Druck, so hört das Gefühl auf, jedoch kommen hier scheinbare Ausnahmen vor, von denen unten die Rede ist.

Der Reiz, welcher ein Gefühl hervorruft, muss einen gewissen Grad und eine gewisse Dauer haben.

§. 33. Beziehungen der Gefühlswahrnehmungen.

Die sensiblen Nervenfasern können an allen Stellen ihres Verlaufs gereizt werden, aber das Gefühl entsteht nur da, wo das Ende der Nervenfaser mit der grauen Substanz zunächst der hintern Rückenmarksstränge in Verbindung steht, und wiederum, wo diese mit der grauen Substanz des verlängerten Marks communicirt. Das Gefühl wird an einen bestimmten Ort versetzt und zwar einmal an die gereizte Nervenfaser und zweitens an das periphereische Ende derselben. Welche Kräfte dabei wirksam sind, ist gänzlich unbekannt. Wenn an irgend einer Stelle der Haut ein Einstich gemacht wird, so kennt man diese Stelle, auch wenn sie dem Auge entzogen ist, durch das Gefühl. Man nennt diese Erscheinung das Localisiren. Man beobachtet sie sogar bei Thieren, denen der Kopf abgeschnitten ist. Wenn ein solcher Rumpf an irgend einer Stelle gekneipt oder gebrannt wird, so sieht man verschiedene Extremitäten nach dieser Stelle sich hinbewegen, gleichsam um abzuwehren. Die Fähigkeit zu localisiren muss also im Rückenmarke liegen und bedarf nicht der durch die Sinne erzeugten Vorstellungen.

Localisiren
des Gefühls.

Es muss mittelst des Rückenmarks eine solche Einrichtung getroffen sein, dass nach der Stelle, an welcher ein Eindruck gemacht worden ist, die andern Körpertheile ein Bestreben haben, sich zu wenden und schädliche Einflüsse von derselben zu entfernen.

Excentrische Erscheinungen. Jeder Eindruck auf die Gefühlsnerven wird auf das periphereische Ende derselben bezogen. Wenn daher der Stamm eines Gefühlsnerven gereizt wird, so fühlt man den Schmerz in der Ausbreitung seiner Aeste. Deshalb wird der Druck des n. ulnaris in den Fingerspitzen gefühlt, ein Druck des n. popliteus im Fusse, selbstverständlich

Excentrische
Gefühlser-
scheinung.

aber auch an allen Stellen, an welchen Nervenenden des gereizten Stammes liegen. Wenn Gefühlsfasern an ihrem Rückenmarksende etwa durch Gefässausdehnung in dem Rückenmarke gereizt werden, so entsteht überall in der Peripherie Schmerz, wo die gereizten Gefühlsnerven endigen. Man nennt diese Erscheinungen *excentrische Erscheinungen*.

§. 34. Einfluss der Vorstellungen auf das Gefühl.

Vorstellungen durch Gefühlsindrücke.

Durch das Gefühl lernen wir allmählig die Ausdehnung und Form der einzelnen Theile des Körpers kennen. Wesentlich wirkt hierbei das Gefühl von den Bewegungen. Durch die Bewegungen berühren sich Nachbartheile, und indem die Grösse der Bewegungen abgeschätzt wird, lernt man die Entfernungen der einzelnen Theile von einander beurtheilen, und so entsteht nach und nach in dem Sensorium ein Bild von dem ganzen Körper.

Gefühle der Amputirten.

Bei Amputirten wird eine Reizung des Stumpfes so gefühlt, als wäre der verlorene Theil noch vorhanden. Ein am Schenkel Amputirter glaubt seinen Fuss noch zu besitzen und Schmerz in den Zehen zu fühlen, er fällt oft um in der ersten Zeit nach der Operation, weil er des Verlustes der Extremität nicht gedenkt. Bei

Gefühl an einer neugebildeten Nase.

der Bildung einer neuen Nase glaubt der Operirte, welcher an der neugebildeten Nase gereizt wird, nicht hier den Schmerz zu fühlen, sondern an der Stelle, von welcher die Haut zur Nasenbildung genommen ist.

Gefühl bei übereinander gelegten Fingern.

Hält man den Mittelfinger so über den Zeigefinger, dass die innere Fläche von jenem die äussere Fläche des Zeigefingers berührt, und rollt an der Berührungsgrenze ein Kügelchen, so hat man den deutlichen Eindruck, als ob zwei vorhanden wären, weil nämlich zwei Gefühlsbilder von Halbkugeln entstehen, welche

mit ihren convexen Flächen einander entgegengerichtet sind, und daraus setzen sich in der Vorstellung zwei Kugeln zusammen.

Das Gefühl von Schmerz durch äussere Eindrücke, wie durch Schnitt oder Stich, kann in einem Theile verloren sein und doch kann derselbe Theil schmerzhaft sein. Dies sieht man schon beim Einschlafen der Finger durch Druck auf den n. ulnaris. Die betreffenden Finger haben ein sehr unangenehmes Gefühl und doch kann man dieselben kneipen, ohne dass Schmerzgefühl empfunden wird. Durch den Druck des n. ulnaris ist das Leitungsvermögen unterbrochen, aber zugleich hat sich in dem Nerven bis zu seinem Ursprung aus dem Rückenmark durch den Druck eine Veränderung eingestellt, es entsteht Schmerz und dieser wird auf die Peripherie bezogen. Man nennt diese Erscheinung, wenn sie durch Krankheiten hervorgebracht wird, *anaesthesia dolorosa*.

Einschlafen
der Glieder,
anaesthesia
dolorosa.

§. 35. Mitgefühl.

Bei Reizungen von Nerven entsteht oft Schmerz in nicht gereizten Theilen. So z. B. Schmerz in der Zunge durch hohle Zähne, auch Schmerz in der Haut bei Zahnschmerzen, Jucken an der Eichel bei Füllung der Blase oder bei Reizung derselben durch Steine. Man kennt bis jetzt die Entstehung des Mitgefühls noch nicht.

Mitgefühl
oder Irradia-
tion.

Viertes Kapitel.

Bewegungen.

§. 36. Reflexbewegungen.

Wenn durch Reizung sensibler Nerven eine Erregung der Centralnerventheile und in Folge dieser eine Erregung der motorischen Nerven und endlich Muskelbewegung

Erfordernisse
zum Ent-
stehen von
Reflexbewe-
gungen.

eintritt, ohne dass dabei eine Gehirnthätigkeit mitzuwirken braucht, so nennt man die so entstandene Bewegung Reflexbewegung. Zum Zustandekommen derselben sind also nothwendig:

- 1) ein Reiz,
- 2) sensible Nerven,
- 3) nervöses Centralorgan,
- 4) motorische Nerven,
- 5) Muskel.

Fehlt eines dieser Glieder, so kommt die Reflexbewegung nicht zu Stande. Nach Zerstörung des Rückenmarks bringt ein Hautreiz keine Muskelbewegung hervor, wie dies bei unversehrtem Rückenmark der Fall ist. Die einfachste Reflexbewegung wird durch den Abschnitt im Rückenmark bewirkt, welcher zwischen einer vordern und hintern Wurzel liegt. Wenn man z. B. bei einem Frosche das Rückenmark blosslegt und etwa in der Gegend des sechsten und des neunten Nerven das Rückenmark quer durchschneidet und von diesem getrennten Rückenmarksstücke alle Nervenwurzeln mit Ausnahme der hintern und vordern Wurzel des siebenten Nerven der einen Seite wegschneidet, dann die hintere Wurzel des siebenten Nerven reizt, auch wenn sie nur mit dem Rückenmark und nicht mehr mit den Nerven zusammenhängt, so entstehen Zuckungen im Oberschenkel. Hier findet ein Uebergang nur in dem Rückenmarksstück zwischen hinterer und vorderer Wurzel statt. Es kann aber auch die Reflexthätigkeit, anstatt in der Nähe der Erzeugungsstelle zu bleiben, sich weiter verbreiten, sowohl auf dieselbe als auf die andere Seite des Rückenmarks. Dadurch entstehen mehr oder weniger ausgebreitete Muskelbewegungen. Da in jedem Rückenmarksstück Reflexbewegung zu Stande kommen kann, so folgt daraus, dass der Zusammenhang mit dem Gehirn und verlängerten Mark nicht nothwendig ist. Versuche über Reflexbewegungen

werden deshalb in der Regel an enthaupteten Thieren gemacht, damit die Wirkungen des Gehirns und verlängerten Marks ausgeschlossen bleiben.

Die Reflexbewegungen können zweckmässig sein und sind es in der Regel bei frisch enthaupteten Thieren. Nach einiger Zeit hört jedoch die Zweckmässigkeit der Bewegungen auf, und wenn die Unterbrechung des Rückenmarks mit dem verlängerten Marke und Gehirne allmählig erfolgt, wie dies beim Menschen durch Rückenmarksverletzungen oder Krankheiten gewöhnlich der Fall ist, so fehlt die Zweckmässigkeit der Bewegungen fast immer. Wenn man bei einem Frosche, dem der Kopf abgeschnitten ist, die Zehe mit der Pinzette kneipt, so zieht er dieselbe zurück, gewöhnlich bis unter den Bauch; betupft man sie mit liqu. amm. caust. oder Essigsäure, so zieht er zwar auch das Bein zurück, macht aber zugleich mit den andern Extremitäten Bewegungen, welche so aussehen, als wollte das Thier die Flüssigkeit abwischen; ja er benutzt den Rumpf dazu, um ihn nach der Stelle der Reizung hinzurichten. Auch wenn die Vorkammer des Herzens gereizt wird oder der Magen und Dünndarm, so entstehen abwehrende Bewegungen der Extremitäten, jedoch nur so lange, als das verlängerte Mark noch unverletzt ist. Beispiele der Reflexbewegungen sind auch die Verengerung der Pupille nach Reizung des n. opticus oder der retina durch Licht, welche nur entstehen, solange die Vierhügel unverletzt sind. Ferner die Bewegung des Hustens durch Reizung der Schleimhaut der Stimmbänder, Schliessen der Augenlider durch Reizung der conjunctiva, Zucken der Fussmuskeln durch Kitzeln der Fusssohle, Zittern nach Verbrennungen u. s. w.

Zweck-
mässigkeit
der Reflexbe-
wegungen.

Beispiele von
Reflexbewe-
gungen.

Unmittelbar nach Wegnahme des Gehirns sind die Reflexbewegungen geringer. Namentlich wirken auf dieselben die Vierhügel und das verlängerte Mark; später hingegen nehmen sie wieder zu. Bei Gelähmten ent-

Gehirn-
einfluss.

stehen leichter Reflexbewegungen nach geringen Reizungen an der gelähmten als an der gesunden Seite. Bei Rückenmarksverletzungen von Menschen beobachtet man, dass eine Reizung der Haut der untern Extremitäten durch Kneipen oder Stechen von dem Kranken gar nicht gefühlt wird, aber dennoch eine Beugung oder Streckung der Extremität zur Folge hat. Durch Narcotica werden die Reflexerscheinungen vermehrt, namentlich ist Strychnin in dieser Beziehung ausgezeichnet. Strychnin wirkt direct aufs Rückenmark und zwar so, als ob dasselbe elektrisirt würde, es bringt tetanische Krämpfe hervor. Diese können entstehen, wenn bei Fröschen das Herz extirpirt wird und das Strychnin auf das blossgelegte Rückenmark gebracht wird. Durchschneidet man an einem Gliede alle Nerven mit Schonung der Gefässe und bringt unter die Haut einen Tropfen einer Strychninsalzlösung, so entsteht tetanus nach einigen Minuten am ganzen Körper mit Ausnahme des gelähmten Gliedes. Unterbindet man das Herz und bringt Strychnin an einen Nerven oder an irgend einen andern Körpertheil, mit Ausnahme des Rücken- und verlängerten Marks, so entsteht niemals Vergiftung. Werden die hintern Wurzeln durchschnitten, so tritt die Wirkung später und schwächer ein. Wird das Rückenmark quer durchschnitten und Strychnin in die Mundhöhle oder unter die Haut gebracht, so wird zuerst die vordere Körperhälfte und später die hintere von Krämpfen befallen, sodass man annehmen kann, dass die Ganglienkörper des verlängerten Marks mehr afficirbar von Strychnin sind als die Ganglienkörper des übrigen Rückenmarks.

Excitomoto-
rische u. re-
flexmotori-
sche Nerven.

Die sensiblen Nerven, insofern sie Veranlassung geben zu Reflexbewegungen, hat man auch excitomotorische, und die motorischen Nerven, welche bei diesem Act die Muskeln zur Contraction anregen, reflexmotorische Nerven genannt.

Ein sensibler Nerv kann an drei Stellen Reflexbewegungen veranlassen, nämlich:

Ursprungsstellen der Reflexbewegungen.

1) an seinem peripherischen Ende. Hier sind es namentlich die äussere Haut und die Schleimhäute, welche in dieser Weise erregbar sind, aber auch von dem Herzen, den Hoden, den Nieren, der Leber u. s. w. kann eine Erregung zu Reflexbewegungen ausgehen.

2) An dem Nerven in seinem Verlaufe. Man beobachtet, dass hier die Reizung keine so ausgedehnte Reflexbewegung, sowie auch keine zweckmässige zur Folge hat.

3) Am Centrum. Gehirneinflüsse, wie sie z. B. durch Vorstellungen in Gemüthsaffecten entstehen, können Reflexbewegungen zur Folge haben, so z. B. Zittern durch Schreck, Brechbewegungen durch Einfluss auf die Augen. Es ist wahrscheinlich, dass in diesen Fällen die centralen Enden der sensiblen Nerven durch innere Reize erregt werden.

Um Reflexbewegungen zu messen, bedient man sich einer verdünnten Schwefelsäure und bestimmt die Zeit, welche zwischen der Berührung der Haut mit der Säure und dem Eintritte der Reflexbewegung verstreicht.

Messung der Reflexbewegungen.

§. 37. Willkürliche Bewegungen.

Der wesentliche Unterschied zwischen willkürlichen Bewegungen und Reflexbewegungen liegt darin, dass jene durch bewusste Vorstellungen hervorgebracht werden. Im Allgemeinen charakterisiren sich die willkürlichen Bewegungen dadurch, dass sie durch eine gewisse Wahl, nicht in Folge eines nothwendigen Mechanismus entstehen. Man hat zwar in der neuern Zeit auch dem Rückenmark die Fähigkeit zugeschrieben, den Umständen gemäss die eine oder die andere Bewegung auszuwählen, sodass nicht immer nach einer

Unterschied zwischen Reflex- u. willkürlichen Bewegungen.

Rückenmarksseele.

bestimmten Reizung eine bestimmte Bewegung erfolgen soll, und hat dieses Vermögen des Rückenmarks mit dem Namen Rückenmarksseele belegt. Jedenfalls ist diese Annahme auf Menschen und höhere Thiere nicht anwendbar und selbst bei Amphibien problematisch.

Gehirn als
Organ der
willkürlichen
Bewegungen.

Das wesentlichste Organ für die Willensäusserung liegt im Schädel und hauptsächlich in den Hemisphären des grossen Gehirns, jedoch haben auch andere im Schädel liegende Gehirnthteile einen bedeutenden Einfluss auf die willkürlichen Bewegungen. — Durch das vom Gehirn getrennte Rückenmark kommen niemals willkührliche Bewegungen zu Stande.

§. 38. Grosses Gehirn.

Eigenschaften
des grossen
Gehirns.

Die Hemisphären des grossen Gehirns sind gefühllos; sie können gestochen und zerschnitten werden, ohne dass die Thiere Zeichen von Schmerz von sich geben, auch bringt keine Reizung derselben irgend eine Bewegung im Körper hervor. Nach Wegnahme der Hemisphären, ohne die corpora striata, die Sehhügel und Vierhügel, sieht man bei Säugethieren keine Veränderung in der Bewegung. Beobachtungen an Menschen scheinen dafür zu sprechen, dass die Hemisphären wesentlich der Sitz für die Vorstellungen und die Willens-thätigkeit sind. Werden bei Vögeln alle Theile des grossen Gehirns bis auf die Vierhügel weggenommen, so sitzen die Thiere wie im Schläfe, verlassen ihre Stellen nicht, weichen keinen Gefahren aus und scheinen blind zu sein, können aber fliegen, wenn sie in die Luft geworfen werden, gehen, wenn sie angestossen werden, sie fressen und trinken nicht von selbst, sondern nur, wenn sie gefüttert werden; sie können in diesem Zustande längere Zeit leben, ohne dass ihre Ernährung leidet. Bei Säugethieren werden die will-

kürlichen Bewegungen wesentlich beeinträchtigt, wenn die gestreiften Körper und die Sehhügel zerstört sind. Schon bei Verletzungen dieser Gehirnthteile beobachtet man Störungen des Gleichgewichts. Wird nun auf der einen Seite ein solches Organ zerstört, so machen die Thiere gewöhnlich Kreisbewegungen nach der verletzten Seite hin; auch sind Reizungen an andern Körpertheilen bei so verletzten Thieren im Stande, sehr leicht Bewegungen zu veranlassen, sodass z. B. ein Thier, dem die corpora striata durchschnitten sind, plötzlich vorwärts rennt, wenn es am Hinterbein gekneipt wird. Die corpora striata und thalami sind auch nicht ohne Gefühl. Bei Menschen kommen häufig Blutextravasate an einem oder beiden Organen einer Seite vor; diese bewirken constant, dass der Wille auf die entgegengesetzte Körperhälfte keinen Einfluss hat, also z. B. der Körper auf dem rechten Fuss nicht stehen kann, wenn ein Blutextravasat in dem linken corp. striatum oder thalamus erfolgt ist. Ein Druck auf das grosse Gehirn von Oben oder auf die Seite macht die Athembewegungen seltener und hebt sie zuletzt ganz auf. Auch bei Säugethieren scheint die Wegnahme der einen Hälfte des grossen Gehirns die Gesichtsempfindung auf der entgegengesetzten Kopfhälfte zu vernichten.

§. 39. Kleines Gehirn.

Wenn bei Vögeln das kleine Gehirn weggenommen ist, so sind sie nicht im Stande zu stehen und zu fliegen, sie breiten gewöhnlich die Flügel aus und stützen sich häufig auf den Hintertheil ihres Körpers, sie fallen nach der einen oder andern Seite um, gehen rückwärts. Bei Säugethieren sieht man diese Bewegungen wegen der starken Blutungen und der dadurch entstehenden Erschöpfung nicht so ausgebildet, doch fehlt auch bei ihnen nach der genannten Operation das Ver-

Wegnahme
des kleinen
Gehirns bei
Vögeln.

bei Säugethieren.

mögen, zusammengesetzte, geordnete Bewegungen zu machen. Bei Verletzungen einer Hälfte des kleinen Gehirns entstehen Drehbewegungen nach der verletzten Seite hin, auch die Augen werden verdreht. Die Oberfläche des kleinen Gehirns ist ohne Gefühl, welches erst in der Nähe der crura derselben bemerkt wird.

§. 40. Vierhügel.

Vierhügel.

Von den Vierhügeln weiss man nur sicher, dass sie einen Einfluss auf die iris ausüben, indem sie das Reflexorgan zwischen opticus und oculomotorius ausmachen. Wegnahme derselben hebt die Wirkung des Lichtes auf die iris auf.

§. 41. Verlängertes Mark und pedunculi cerebri.

pedunculi und
verlängertes
Mark.

Die pedunculi cerebri sind die wesentlichen Fortsetzungen der Vorder- und Hinterstränge des verlängerten Marks; sie sind schmerzhaft und bringen Bewegungen hervor, ebenso wie das verlängerte Mark. Wird der pedunculus der einen Seite verletzt, so wälzt sich ein solches Thier nach der verletzten Seite hin. Reizungen des pedunculus und der medulla oblongata bringen auch Bewegungen der Unterleibsorgane hervor, namentlich steht durch Reizung des verlängerten Marks das Herz still, Magen, Gedärme und Blase contrahiren sich. Das verlängerte Mark ist das Centralorgan für die Respiration, namentlich in der Umgebung des calamus scriptorius; es ist ferner auch das wesentlichste Organ für das Gefühl.

§. 42. Das Rückenmark.

Function der
Rücken-
marksfasern.

Die Fasern, welche im Rückenmark verlaufen, dienen wesentlich zur Leitung von Kräften, welche theils

im Rückenmark selbst, theils in den oberhalb des Rückenmarks gelegenen Theilen erzeugt werden. Die graue Substanz in dem Rückenmarke befähigt die Fasern zur Leitung. Es ist wahrscheinlich, dass die meisten Nerven in der Nähe ihres Ein- und Austritts ihr Ende erreichen, indem sie sich den Ganglienzellen inseriren. Die Ganglienzellen dienen zur Vermittlung der verschiedenen Nerventhätigkeiten, indem zu ihnen von verschiedenen Seiten her Fasern hinlaufen. Die Thätigkeiten des Rückenmarks lassen sich unter folgende Rubriken bringen:

1) In ihm verlaufen die Gefühlsnervenfaser bis zur grauen Substanz der hintern Stränge; in dem ganzen Verlaufe derselben ist Empfindung vorhanden, also wesentlich in den weissen Hintersträngen und Seitensträngen. Function der grauen Substanz. Gefühl der weissen hintern Substanz.

2) Von der grauen Substanz der Vorderstränge verlaufen die motorischen Nervenfaser bis zu ihrem Austritt; die Vorderstränge sind wesentlich ohne Gefühl und dienen der Fortleitung der Motilität. Leitung der Motilität in den weissen Vordersträngen.

3) Die grauen Hinterstränge machen die hintern Wurzeln gefühlsfähig, ohne selbst zu fühlen. Befähigung zum Fühlen.

4) Die grauen Vorderstränge machen die vordern Wurzeln fähig, dass sie sich in ihrer Structur erhalten können (von ihnen getrennt werden die motorischen Nerven in Fett umgewandelt) und dadurch im Stande sind, die Muskeln zur Contraction anzuregen. Befähigung zur Bewegungserregung.

5) Die graue hintere Substanz nimmt die Fasern des Centralorgans für das Gefühl, nämlich des verlängerten Marks in sich auf und bildet daher die wesentliche Brücke zwischen dem Organe, welches das Gefühl erzeugt, und den Gefühlsfasern selbst. Verbindung mit dem verlängerten Mark.

6) Die vordere graue Substanz nimmt die Fasern auf, welche durch das Organ des Willens bis zum Rückenmarke verlaufen; seine Wegnahme muss daher nothwendig die willkürliche Bewegung aufheben.

Reflectorische
Kraft.

7) In der grauen hintern und vordern Substanz zusammen erzeugt sich die reflectorische Kraft, durch welche die Reflexbewegungen, sowol die einfachen als die ausgedehnten und zweckmässigen, hervorgebracht werden.

Centralorgan
für Gefäss-
nerven.

8) Das Rückenmark schliesst die Centralorgane für die Gefässnerven in sich, deren Fasern durch den n. sympathicus verlaufen.

Centren für
gewisse un-
willkürliche
Bewegungen.

9) An einzelnen beschränkten Stellen des Rückenmarks liegen Centren für die Bewegung der iris, des Mastdarms, der Blase, der ductus deferentes, der Tuben und wahrscheinlich noch anderer Organe.

§. 43. Eintheilung der Bewegungen.

Man theilt die Körperbewegungen, je nachdem dieselben durch verschiedene Erregungen des Nervensystems entstehen, in verschiedene Klassen ein.

§. 44. Reizbewegung.

1) Reizbewe-
gung.

Reizbewegung, in welcher die motorischen Nerven in der Peripherie oder dem Centrum direct gereizt werden und die Zuckungen sich nicht über die Stelle der gereizten Nerven selbst ausbreiten.

§. 45. Reflexbewegungen.

2) Reflex-
bewegungen.

Reflexbewegungen, welche von motorischen Nerven, nach Erregung von sensiblen, ausgehen.

§. 46. Willkürliche Bewegungen.

3) Willkür-
liche
Bewegungen.

Willkührliche Bewegungen, welche in motorischen Nerven durch Einwirkung der Hemisphären des grossen Gehirns auf das kleine und von diesem auf die Vorderstränge des Rückenmarks entstehen.

§. 47. Instinctartige Bewegungen.

Instinctartige Bewegungen, welche den willkürlichen gleichen, aber durch angeborene Vorstellungen erweckt werden.

4) Instinct-
artige
Bewegungen.

§. 48. Zwangsbewegungen.

Man versteht unter Zwangsbewegungen solche, zu welchen, nach Verletzung gewisser Gehirnthteile, Menschen oder Thiere wider ihren Willen gezwungen werden. Die Gehirnthteile, nach deren Verletzung man solche Zwangsbewegungen beobachtet hat, sind vornehmlich: kleines Gehirn, pedunculi cerebri, Sehhügel, gestreifte Körper. Merkwürdigerweise hat man dieselben auch nach Zerstörung der halbzirkelförmigen Kanäle des Ohres, sowie nach Ausreissen des n. facialis beobachtet. Die verschiedenen Arten von Zwangsbewegungen, welche man gesehen hat, sind:

5) Zwangs-
bewegungen.

1) ein rasches Vorwärtslaufen nach Einschnitten in die corpora striata (s. S. 193);

2) ein Rückwärtsgehen bei Verletzungen des kleinen Gehirns;

3) die sogenannte Reitbahnbewegung oder *mouvement du manège*, eine Bewegung in kleinerem oder grösserem Kreise nach einer Seite hin;

4) das Wälzen nach einer Seite, ohne dass ein aufrechtes Stehen mehr möglich ist. Beide letztgenannte Bewegungen kommen vorzugsweise vor, wenn die pedunculi cerebri an irgend einer Stelle ihres Verlaufs einseitig verletzt sind. Meistens ist der Körper nach der Seite der Verletzung hin gerichtet.

§. 49. Mitbewegungen.

Mitbewegungen finden statt, wenn Theile, welche

6) Mitbewe-
gungen.

nicht direct erregt sind, sich an der Bewegung betheiligen. Dahin gehört die selbstständige Bewegung des einen bulbus oculi nach Oben, nach Unten und nach Innen, wenn durch den Willen der andere bulbus nach einer der genannten Richtungen bewegt wird. Bemerkenswerth ist es, dass eine Mitbewegung des bulbus nach Aussen im gesunden Zustande nicht vorkommt, obgleich derselbe Nerv, der n. abducens, auf beiden Seiten der Bewegung nach Aussen vorsteht. Es geht daraus hervor, dass die Mitbewegung auf Zweckmässigkeit beruht. Die gleichzeitige Bewegung der beiden bulbi nach Aussen würde beim Sehen störend sein, weil es das Fixiren mit beiden Augen nicht zulässt.

§. 50. Tonische Bewegungen.

7) tonus.

Unter tonus versteht man diejenige während des ganzen Lebens bestehende Bewegung der Muskeln, welche von den Nerven ausgeht, ohne dass diese einer besondern Erregung ausgesetzt worden sind. Für die Nerven der der Willkür unterworfenen Muskeln ist die Annahme eines tonus in neuerer Zeit ganz bezweifelt worden, namentlich deshalb, weil nach Durchschneidung der Nerven eines Gliedes die Muskeln sich nicht ausdehnen, also auch nicht vorher verkürzt sein konnten. In den Gefässmuskeln hingegen nimmt man einen tonus an, weil man beobachtet hat, dass nach Durchschneidung der Gefässnerven die Gefässe sich sogleich erweitern.

§. 51. Bewegungen in Theilen, auf welche der Wille keinen Einfluss hat.

8) Unwillkürliche Bewegungen.

Zu diesen Theilen gehören die iris im Auge, die Speiseröhre, der Magen, die dünnen und dicken Gedärme, die Uretheren und die Blase, die Tuben und

der uterus, die ductus deferentes, das Herz und die Gefäße.

§. 52. Bewegung der iris.

Durch den sphincter pupillae wird die Pupille ver-
engt, durch den dilatator erweitert. Beide Muskeln
wirken sich einander entgegen; jeder von ihnen wird
durch einen besondern Nerven versorgt, der sphincter
vom n. oculomotorius, und zwar von dessen radix brevis,
einem Zweige des zum obliquus inferior hingehenden
Astes; der dilatator vom Halstheil des n. sympathicus
und zwar durch die radix media aus dem plexus caroticus.
Die radix brevis des oculomotorius kann durch Rei-
zung des ganzen Stammes vom oculomotorius angeregt
werden; der Halstheil des n. sympathicus, welcher für
den dilatator bestimmt ist, entspringt aus zwei Stellen
des Rückenmarks, welche man centrum ciliospinale
superius et inferius nennt. Das inferius hat seinen
Sitz an dem untern Theil des Hals- und obersten Theil
des Brustmarks, und die rami communicantes der un-
tersten Hals- und obersten Brustnerven führen die
Fasern aus diesem Centrum in den n. sympathicus.
Das centrum ciliospinale superius liegt in der Nähe
des n. hypoglossus, von wo aus ein feiner Faden zu
dem ganglion supremum hingeht. Wenn der n. sym-
pathicus unterhalb des obern Halsganglions durch-
schnitten wird, so wird der zwischen dem untern Cen-
trum und dem Schnitt gelegene Theil des Nerven in
seiner Structur unversehrt erhalten, während der zwi-
schen dem Schnitt und dem obern Ganglion gelegene
Theil in fettige Entartung übergeht, und etwa 2—3
Wochen nach der Durchschneidung wirkt kein Reiz
mehr auf dieses Stück des Nerven; hingegen hat der
Theil, welcher zwischen dem obern Ganglion und dem
Auge liegt, seine Reizbarkeit behalten und wird nicht

Nerven für
den sphincter
und dilatator
pupillae.

centra cilio-
spinalia.

fettig entartet. Wenn man hingegen das Fädchen, welches vom n. hypoglossus zum obern Ganglion hingeht, durchschneidet, oder wenn man das Ganglion exstirpiert, so hört die Reizbarkeit im ganzen Nerven auf. Man kann die Erweiterung der Pupille sowohl vom Rückenmarke aus, als auch durch die Reizung der rami communicantes und des n. sympathicus selbst innerhalb der angegebenen Grenzen hervorbringen. Wird hingegen der n. sympathicus am Halse durchschnitten oder eine Rückenmarkshälfte an der bezeichneten Stelle hinweggenommen, so verengt sich die Pupille.

Die Thätigkeit des n. oculomotorius und des sphincter wird hauptsächlich auf dem Wege der Reflexion, unter krankhaften Verhältnissen auch antagonistisch hervorgerufen. Die Thätigkeit des n. sympathicus wird in der Regel nur auf antagonistischem Wege erweckt. Die Erregung des n. oculomotorius steht im geraden Verhältnisse zur Erregung des n. opticus durch das Licht, d. h. zur Lichtstärke. In der Dämmerung lässt die Zusammenziehung des sphincter nach; beim hellen Sonnenlichte kann die Pupille sich so verengern, dass ihr Durchmesser nicht mehr als 1 mm beträgt. Je weniger der n. oculomotorius im Zustande der Erregung ist, desto thätiger wird der sympathicus, desto mehr erweitert sich die Pupille und lässt einer grössern Anzahl von Lichtstrahlen den Zugang zur retina. Lähmung des oculomotorius erweitert die Pupille, Lähmung des sympathicus verengt sie. Bis jetzt unerklärlich ist die Erweiterung der Pupille bei Reizungen des Unterleibs, z. B. bei Helminthiasis. Bei manchen Thieren, z. B. Kaninchen, verengt sich die Pupille nach Reizung des n. trigeminus, was bei Hunden nicht der Fall ist.

§. 53. Bewegungen des Darmkanals.

Die Bewegungen des ganzen Darmtractus vom pharynx bis zum Mastdarm kommen theils auf directem, theils auf reflectorischem Wege zu Stande. Motorische Fasern des oesophagus, pharynx, Magens, der Därme und zum Theil der Dickdärme enthält der n. vagus. Bei hinlänglicher Reizbarkeit dieser Theile sieht man Wirkung in denselben eintreten, wenn der n. vagus durchschnitten worden ist und sein peripherisches Ende gereizt wird. Ob sich diese motorischen Fasern auch bis auf den Mastdarm ausbreiten, ist noch nicht ausgemacht. Von Rückenmarksnerven hingegen ist die Mastdarmbewegung sicher abhängig. Reizung des 3. und 4. Kreuzbeinnerven erzeugt dieselbe immer. — Reflectorisch tritt Bewegung des oesophagus und pharynx durch Reizung des centralen Vagusendes ein. Alle Reizungen der Schleimhaut von Magen und Darm scheinen gleichfalls reflectorisch auf die Bewegungsnerven des Darms zu wirken. (Vgl. oben Rückenmark und unten n. sympathicus.)

Directer und reflectorischer Nerveinfluss auf die Darmbewegung.

§. 54. Bewegung des Herzens.

Reizung des vagus, einer oder beider, verlangsamt die Herzbewegung oder bringt sie zum völligen Stillstand; Reizung des Herzens selbst vermehrt die Herzbewegung so bedeutend, wie man sie bis jetzt von keinem Nerven aus zu vermehren im Stande ist. Durchschneidung beider n. vagi vermehrt den Herzschlag schon nach wenigen Secunden. An verschiedenen Stellen des Rückenmarks und des n. sympathicus hat man einen Einfluss auf die Herzbewegung beobachtet, doch ist dieses noch nicht vollständig constatirt.

Reizung des n. vagus und des Herzmuskels selbst.

Reizung des Rückenmarks.

§. 55. Bewegungen der Gefässe.

Reizung des
n. sympathi-
cus.Durchschnei-
dung
desselben.Einfluss des
Rückenmarks.

Wenn der n. sympathicus am Halse bei Kaninchen galvanisirt wird, so werden alsbald die Arterien des Ohres enger und schwinden zuletzt gänzlich dem Auge; hört man auf zu reizen, so erweitern sie sich allmählig wieder. Wird der Nerv durchschnitten, so erweitern sich die Arterien, das Ohr fühlt sich warm an und es zeigt sich am Thermometer eine Temperaturerhöhung von mehreren Graden. Dieselben Wirkungen kann man hervorbringen, wenn man am 1. oder 2.—7. Halswirbel und am 1.—2. Brustwirbel das Rückenmark zur Hälfte ganz oder theilweise extirpirt. Vom Rückenmarke entspringen also die im n. sympathicus verlaufenden Gefässfasern für die carotis externa und interna. Man sah auch die Gefässe der pia mater nach Durchschneidung des sympathicus am Halse sich erweitern.

Brustsympa-
thicus.n. sympathi-
cus lumbaris.

Nach Durchschneidung des obern Brustsympathicus entsteht Gefässausdehnung in den obern Extremitäten; nach Durchschneidung der letzten fünf oder sechs Dorsalnerven und des 1. und 2. Lumbarnerven oder nach Wegnahme des sympathicus lumbaris entstehen Erweiterungen der Gefässnerven der hintern Extremitäten und Wärmezunahme.

§. 56. Athembewegungen.

Inspirations-
nerven.

Die den Respirationsbewegungen vorstehenden wesentlichsten Nerven, die n. phrenici und intercostales, sind durch ihre Reizbarkeit ausgezeichnet. Durch einen sehr schwachen galvanischen Strom ziehen sich die Muskeln zusammen. Nach dem Tode bleibt die Reizbarkeit besonders lange im Zwerchfell und n. phrenicus bestehen. Sowohl in den Intercostalmuskeln als im Zwerchfell hat man nach dem Tode noch spontane Be-

wegungen beobachtet. Alles dies spricht für die grosse ^{Ihre grosse Reizbarkeit,} Erregbarkeit dieser Nerven. Welches die Erregungsquelle, die sich in dem verlängerten Marke befindet, für das erste Einathmen und die folgenden sei, ist bis jetzt noch unermittelt. Das Athmen wird nicht unterbrochen, wenn jeder Luftzutritt abgehalten wird durch Verschliessen von Mund und Nase; es kommt zu Stande, wenn der abgeschnittene Kopf eines Thieres sogleich in Wasser fällt und unter Wasser bleibt, ohne dass also das Blut zu dem verlängerten Marke hinzutritt.

Hingegen machen Fötus, deren placenta vom uterus noch nicht gelöst ist, sogleich Athembewegungen, wenn die Nabelschnur comprimirt wird. Man erklärt dies durch den Mangel an Sauerstoff oder die reizende Einwirkung der CO_2 auf das verlängerte Mark.

Grossen Einfluss auf die Athembewegungen hat der n. vagus, wovon unten bei der Besprechung dieses Nerven gehandelt wird. ^{n. vagus.}

Fünftes Kapitel.

§. 57. Einfluss des Nervensystems auf die Ernährung und Absonderung.

Dieser Einfluss beruht erstens darauf, dass durch ^{1) Einwirkung des Stoffwechsels.} Verbrauch von Nervenkraft nothwendig auch die Organe des Stoffwechsels, Blut- und Sauerstoffzufuhr, in Anspruch genommen werden. Geistige Anstrengungen, Bewegungen, Empfindungen machen einen Verbrauch von Stoff im Körper nothwendig. Zweitens wirken die ^{2) Gefässnerven.} Nerven, wie oben erwähnt, auf die Gefässe und dadurch natürlich auf den Stoffwechsel. Wenn durch Erregung der Gefässnerven die Gefässe verengt werden, so fliesst das Blut in ihnen rascher und die endosmotischen Vorgänge geschehen langsamer. Wenn die Ge-

fasse sich erweitern durch Erschlaffung der Gefässnerven, so kommen partielle Ueberfüllungen mit Blut und deren Folgen zu Stande.

3) Einwirkung
auf Abson-
derung.

Manche Nerven wirken auf Absonderungsorgane, namentlich ist dieses bei der glandula submaxillaris beobachtet worden. Reizungen der zu diesen Drüsen hingehenden Nerven bringen sogar noch nach dem Tode Speichelabsonderung hervor.

4) Trigemini-
Durchschnei-
dung.

Durchschneidung des trigeminus bewirkt Zerstörung der cornea, jedoch kommt hierbei auch der Verlust des Gefühls sehr in Betracht; denn wenn der trigeminus durchschnitten ist und das betreffende Auge vor jeder Insultation geschützt wird, so treten die Veränderungen in der cornea entweder gar nicht oder später ein. Es gehört auch hierher die Vermehrung des Zuckers in der Leber, im Blute und in dem Urine, welche durch eine Verletzung der vierten Hirnhöhle (piqûre) entsteht.

piqûre.

Sechstes Kapitel.

Wirkungen der einzelnen Nerven.

§. 58. Nervus olfactorius.

n. olfactorius.

Er ist gegen mechanische und andere äussere Reize unempfindlich, bringt, soviel bekannt ist, weder Bewegungen hervor, wenn sein peripherisches Ende gereizt wird, noch auch Reflexbewegungen, wenn sein centrales Ende gereizt wird; wird er durchschnitten oder durch Druck zerstört, oder fehlt er ganz, so fehlt auch der Geruch. Starke Gerüche können Schmerzempfindungen hervorrufen, es ist aber unbestimmt, ob dieses Schmerzgefühl in dem n. olfactorius selbst liegt, oder vielleicht reflectorisch durch den n. trigeminus bewirkt wird.

§. 59. Nervus opticus.

Der n. opticus enthält sensuelle und sensible, aber n. opticus.
keine motorischen Fasern. Nach seiner Durchschneidung oder Compression ist die Gesichtsempfindung aufgehoben. Seine sensiblen Eigenschaften sind insofern ausgedehnter als die des n. olfactorius, dass alle Reizungen Contractionen des sphincter pupillae auf reflectorischem Wege zu Stande bringen. Auch wenn er durchschnitten ist, sieht man diese Wirkungen von seinem centralen Ende aus entstehen, hingegen bringt keine Reizung des n. opticus selbst Schmerz hervor, auch nicht, wenn direct intensives Licht denselben afficirt. Wird hingegen die Netzhaut starkem Lichte ausgesetzt, so entsteht Schmerz.

§. 60. Nervus oculomotorius.

Er hat wahrscheinlich keine sensiblen Fasern an n. oculomotorius.
seinem Ursprung, sondern blos motorische; die Empfindlichkeit desselben rührt von den Verbindungsfasern des n. trigeminus her. Durch den r. superior beherrscht er die Bewegungen des m. levator palpebr. super. und rectus superior, durch den r. inferior die Bewegungen des rect. internus, inferior, obliquus inferior und durch die kurze Wurzel des Ciliarganglions, welche aus dem Zweige für den m. obliqu. inferior hervorgeht, den sphincter pupillae. Er bewirkt Verengung der Pupille. Nach Durchschneidung des oculomotorius hören die Bewegungen in den genannten Muskeln auf, das Auge wird antagonistisch (n. abducens) nach Aussen gewendet, die Pupille (n. sympathicus cervicalis) erweitert.

§. 61. Nervus trochlearis.

n. trochlearis. Von seiner Function weiss man nur, dass er der Bewegung des m. obliquus superior vorsteht.

§. 62. Nervus trigeminus.

n. trigeminus. Man muss unterscheiden die portio major und minor.

portio major. Aus der portio major gehen hervor der erste Ast, der zweite Ast und der sensible Theil des dritten Astes; sie schwillt zu dem ganglion Gasseri an und ist wesentlich sensitiv.

portio minor. Aus der portio minor geht der sogenannte crota-phitico-buccinatorius des dritten Astes hervor, welcher zerfällt in den n. pterygoideus internus, die temporales, den pterygoideus externus und buccinatorius, massetericus. Diese Zweige versorgen die gleichnamigen Muskeln, sowie der n. pterygoideus int. den m. tensor palati mollis. Endlich gehen noch aus diesem Theile Fasern zu dem m. mallei internus durch das ganglion oticum. Die portio minor ist die motorische; ob sie kein Gefühl an ihrer Wurzel hat, ist noch nicht ausgemacht. Obgleich die portio major wesentlich sensibel ist, so gehen doch von ihr mehrere kleine Zweige zu Muskeln, namentlich der n. mylohyoideus, ein Ast des n. mandibularis, welcher sich im m. mylohoideus und im vordern Bauche des m. digastricus verbreitet. Auch bewirkt Reizung des ersten Astes vom n. trigeminus bei Kaninchen und, wie es scheint, auch bei Menschen Verengerung der Pupille.

Erster Ast. Der n. trigeminus gehört zu den empfindlichsten Nerven des Körpers. Von dem ersten Aste hängt ab die Empfindung an der Stirne, zum Theil (durch die rami ethmoidales) in der Nase, am obern Augenlide und

Zweiter Ast. der iris; vom zweiten Aste das Gefühl unterhalb des Auges, an allen Zähnen des Oberkiefers, an dem Zahn-

fleisch, dem harten und weichen Gaumen, der Nase; vom dritten] Aste das Gefühl in den Zähnen des Unter- Dritter Ast. kiefers, dem Zahnfleische, der Haut des Kinns, der Haut vor dem Ohre, der Zunge, dem innern Ohre. Durch den n. trigeminus werden viele Reflexbewegun- Reflexe durch den n. trigeminus. gen angeregt, z. B. zwischen cornea und orbicularis palpebrarum (facialis), zwischen Nasenschleimhaut und Respirationsbewegungen, zwischen Mundschleimhaut und Speichelabsonderung. Durch Reizung des centralen Endes des n. lingualis wird die Speichelsecretion der glandula submaxillaris, durch Reizung des n. auriculo-temporalis die Speichelsecretion in der parotis vermehrt. Der Secretion selbst scheinen bei der submaxillaris die chorda tympani aus dem n. facialis, der Speichelsecretion in der parotis die Zweige des n. ~~facialis~~ in dieser Drüse vorzustehen. Durch den n. trigeminus werden Verbindung mit dem n. facialis. besonders dem n. facialis sensible Zweige zugeführt und zwar namentlich durch den n. petrosus superficialis major et minor und durch fast alle sich im Gesichte verbreitenden Zweige des trigeminus.

§. 63. Nervus abducens.

Bekannt von ihm ist nur seine motorische Wir- n. abducens. kung auf den m. rectus externus.

§. 64. Nervus facialis.

Er ist an der Stelle, an welcher er aus dem ver- n. facialis. längerten Marke hervorkommt, wahrscheinlich bloß motorisch. Seine Wurzeln scheinen sich bis in die Gegend des Rückenmarks zu erstrecken, welche dem vierten Halswirbel entspricht. Er hat Einfluss auf die Bewegung des weichen Gaumens, indem durch den n. Gaumen. superficial. major des vidianus und von da durch das ganglion sphenopalatinum und die n. palatini motorische Fasern aus dem facialis zum Gaumen gelangen.

chorda tym-
pani.

Die chorda tympani wirkt auf die Speichelabsonderung der glandula submaxillaris und wahrscheinlich auf die Papillen der Zunge, die Bewegung des m. stapedius, stylohyoideus, des hintern Bauchs des m. digastricus, aller Gesichtsmuskeln, mit Ausnahme der Kaumuskeln, mit Einschluss des corrugator supercilii und frontalis.

Lähmung des
n. facialis.

Durchschneidung oder Lähmung eines n. facialis bringt beim Menschen eine Verzerrung der gegenüberstehenden Gesichtshälfte hervor; bei Thieren entstehen seitliche Abweichungen des Kopfes und selbst Drehbewegungen.

§. 65. Nervus acusticus.

n. acusticus.

Wegen seiner verborgenen Lage ist er zu Versuchen nicht geeignet; wahrscheinlich hat er weder Gefühl für schmerzerregende Eindrücke, noch motorische Eigenschaften und ist bloß Empfindungsnerv für das Gehör.

§. 66. Nervus glossopharyngeus.

n. glosso-
pharyngeus.

Er soll sensibel sein, jedoch nur in geringem Grade. Er besitzt motorische Fasern für die m. glossopalatini, stylopharyngei und constrictores pharyngis medii, jedoch soll nach seiner Durchschneidung das Schlingen nicht gehindert sein. Er ist der wesentlichste Geschmacksnerv, auch bewirkt Reizung desselben Vermehrung der Speichelsecretion.

§. 67. Nervus vagus.

n. vagus.

Er besitzt an seiner Wurzel sensible und motorische Fasern. Die sensiblen Fasern rufen mannichfache Reflexerscheinungen hervor. Ausgezeichnet ist seine Wirkung auf das Herz.

1) Motorische Eigenschaften. Wird der n. vagus bei einem Thiere unmittelbar nach dem Tode, da wo er aus dem verlängerten Marke hervorkommt, isolirt und gereizt, so entstehen Bewegungen

Motorische
Eigenschaf-
ten des n.
vagus.

a) im Gaumen,

b) im pharynx,

c) im oesophagus,

d) im Magen,

e) in den Gedärmen (s. S. 201).

Besonders eignen sich junge Thiere zu diesen Versuchen; die Magenbewegung ist nicht immer vorhanden und noch öfter fehlt die Bewegung der Gedärme.

Wird der n. vagus am Halse gereizt, so sieht man regelmässig die Stimmritze sich schliessen, überhaupt Bewegungen in allen Muskeln des Kehlkopfes entstehen, jedoch im m. cricothyreoideus nur dann, wenn der Nerv vor Abgang des n. laryngeus superior gereizt wird. Der ramus externus des n. laryngeus superior ist der Bewegungsnerv des ebengenannten Muskels, während der n. laryngeus inferior der Bewegungsnerv aller übrigen Kehlkopfmuskeln ist. Da der n. vagus nach seinem Austritt aus dem for. jugulare sich mit dem ramus internus des accessorius Willisii verbindet, so muss man annehmen, dass die Bewegungen des Kehlkopfes von diesem ausgehen, denn an der Wurzel wirkt der n. vagus nicht auf diese, wohl aber der n. accessorius.

2) Sensible Wirkungen. Unter den Zweigen des n. vagus ist der n. laryngeus superior der empfindlichste. Die Empfindlichkeit des Stammes vom n. vagus ist bei verschiedenen Thieren und verschiedenen Individuen sehr verschieden.

Sensible
Eigen-
schaften.

3) Reflectorische Erscheinungen. Wird der n. vagus auf einer Seite durchschnitten und sein centrales Ende gereizt, so können bei Thieren, welche überhaupt erbrechen und husten können, wie Hunde und Katzen, diese Bewegungen entstehen; Reizungen der Schleim-

Wirkung
aufs Athmen.

haut des Kehlkopfes erregen beim Menschen sowie bei Hunden und Katzen Annäherung der Stimmritze und selbst Schliessung mit Hustenbewegung, bei Kaninchen Ausathmungsbewegungen. Die Wirkung der Reizung vom centralen Ende des n. vagus hat zur Folge, dass die Grösse der Athembewegung beträchtlich abnimmt, die Einathmung wird geringer, und je stärker die Reizung ist, desto stärker wird die Ausathmung, es kann ein vollständiger Stillstand in der Athembewegung hervorgebracht werden. Bei diesem Stillstand ist das Zwerchfell niemals so stark zusammengezogen wie vor und nach der Reizung, sondern immer mehr oder weniger und bei stärkerer Reizung vollkommen erschlafft; auch die Nasenöffnungen erweitern sich nicht während der Reizung, wie nach und vor der Reizung, und bei stärkerer Reizung schliessen sie sich ganz. Werden die Zwerchfellnerven durchschnitten und das Zwerchfell ausser Thätigkeit gesetzt, so bringt die Reizung eines vagus dennoch Ausathmungsbewegung hervor, die Nase schliesst sich, die Brust verengt sich. Man muss daher annehmen, dass durch die Reizung des n. vagus eine Kraft entwickelt wird, welche derjenigen entgegenwirkt, durch welche die Bewegung des Einathmens veranlasst wird.

4) Einwirkung aufs Herz, s. o. S. 81.

§. 68. Nervus accessorius Willisii.

n. accessorius.

Er ist wahrscheinlich blos motorisch, und sein innerer Ast ist nur für die Kehlkopfmuskeln und das Herz bestimmt, sein äusserer Ast für den m. sternocleidomastoideus und cucullaris.

§. 69. Nervus hypoglossus.

n. hypoglossus, motorischer Zungennerv.

Es ist nicht sicher, ob der n. hypoglossus an der Wurzel sensibel ist; in seinem Verlaufe ist dies der Fall, was jedoch möglicherweise nur von Verbin-

dungen mit andern Nerven herrührt. Seine motorischen Eigenschaften (vom r. descendens abgesehen) beziehen sich auf alle Zungenmuskeln und auf die m. thyreo- und geniohyoideus. Nach der Durchschneidung dieses Nerven auf beiden Seiten ist das Kauen verhindert, und solche Thiere sterben aus Mangel an Ernährung.

§. 70. Nervus sympathicus und Gangliensystem.

Der n. sympathicus ist ein sehr complicirter Nerv, weil er an sehr verschiedenen Stellen verschiedenartige Nerven-elemente erhält. Die Nervenfasern laufen in einzelnen Theilen desselben von Unten nach Oben, in andern von Oben nach Unten und in vielen wahrscheinlich nach beiden Richtungen. An allen Ganglien, mit denen er reichlich versehen ist, nimmt er motorische, zum Theil auch sensible Fasern aus dem Rückenmarke in sich auf, und ausserdem vermischen sich mit ihm die aus den Ganglienzellen hervorgehenden eigenthümlichen gangliösen Fasern.

Der n. sympathicus cervicalis beginnt ungefähr am zweiten Brustganglion und verläuft in der Richtung gegen den Kopf. Ob auch Fasern in diesem Stamme abwärts laufen, ist unermittelt, jedoch gehen Zweige von ihm ab zum Herzen, die rami cardiaci, und zwar aus dem obern, mittlern und untern Hals- und dem obern Brustganglion. In dem Halssympathicus liegen, soviel bis jetzt bekannt ist:

1) die Fasern für die Muskeln der arteria carotis und ihrer Zweige (s. o. S. 202 Bewegungen der Gefässe);

2) die Fasern für den dilatator pupillae, für den Muskel des dritten Augenlides und die glatten Muskelfasern, welche auf den ganzen bulbus wirken. Durch Reizung des Stammes erweitert sich die Pupille, der bulbus und das dritte Augenlid treten hervor.

Brustsympa-
thicus.

Im Brustsympathicus liegen die Gefässnervenfasern für die obere Extremität. Von demselben geht der n. splanchnicus aus, der reichlich sensible Fasern mit sich führt und zu den empfindlichsten Nerven des ganzen Körpers gehört. Er wirkt eigenthümlich auf den Dünndarm, dessen peristaltische Bewegung, wenn auch nicht immer, so doch häufig durch Reizung jenes Nerven vermindert und aufgehoben wird. Nach dem Tode eines Thieres beschleunigt die Reizung des splanchnicus oft die peristaltische Bewegung.

plexus coe-
liacus.

Die Exstirpation des plexus coeliacus und mesentericus bringt bei Kaninchen stets Vermehrung der Darmbewegung und der Excremente hervor.

n. sympathi-
cus lumbaris.

Der nervus sympathicus lumbaris ist sehr empfindlich; Reizung desselben bringt Bewegung des Mastdarms, der ductus deferentes, der Tuben und der Blase hervor. Die Wirkung wird nicht aufgehoben, wenn man den Nerven in der Nähe der Blase durchschneidet und oberhalb der Durchschneidung reizt. — Reizung des plexus hypogastricus bringt Erection hervor und Bewegung der Blase.

plexus hypo-
gastricus.

Siebenter Abschnitt. Sinnesempfindungen.

Erstes Kapitel.

Gesichtssinn.

§. 1. Erfordernisse zum deutlichen Sehen.

- 1) Ein scharfes Bild muss auf der retina entworfen werden. Bedingungen des deutlichen Sehens.
- 2) Empfindung der auf der retina dadurch hervorgerufenen Veränderung.
- 3) Bewegungen des bulbus.
- 4) Wahrnehmung und Beurtheilung des Gesehenen.

§. 2. Entwerfung des Bildes.

Jeder Punkt eines beleuchteten oder leuchtenden Gegenstandes, welcher gesehen werden soll, muss auf der retina ebenfalls wieder als ein Punkt (Bildpunkt) erscheinen. Wenn anstatt eines Bildpunktes viele einem Objectpunkte entsprechen, so nennt man dieses einen Bildpunkt.

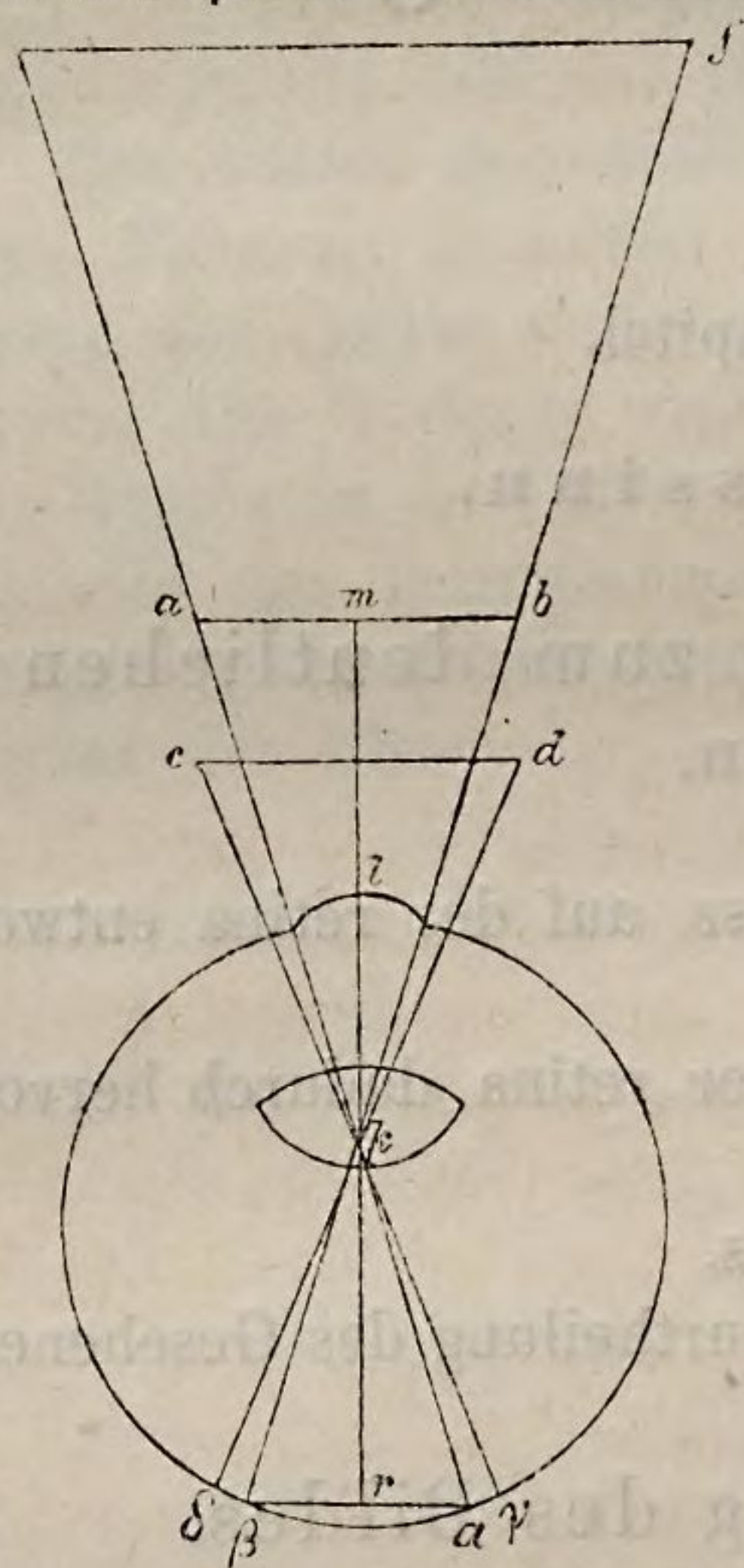
Zerstreuungskreise. Zerstreuungskreis, wodurch die Deutlichkeit des Bildes aufgehoben wird.

Richtungsstrahl. Die gedachte Linie zwischen dem Objectpunkte und dem Bildpunkte heisst die Richtungslinie oder der Richtungsstrahl.

Umkehrung des Bildes. Das Bild auf der retina erscheint, wie man an durchsichtigen todten Augen erkennt, verkehrt und verkleinert; was im Objecte rechts und oben sich befindet, steht im Bilde links und unten u. s. w. Daher müssen die Richtungsstrahlen, welche der rechten Seite des Objectes angehören, um die linke Seite des Bildes zu erreichen, mit denen sich kreuzen, welche von der lin-

ken nach der rechten Seite hingehen u. s. w. Diese Kreuzung erfolgt im Inneren des Auges; man nennt die Stelle, an welcher die Kreuzung vor sich geht, den Kreuzungs- oder Knotenpunkt. Er liegt ungefähr $\frac{1}{3} - \frac{2}{3}$ mm vor der hintern Linsenfläche. Durch die Kreuzung der Richtungsstrahlen entsteht ein Scheitelwinkel, den man den Sehwinkel nennt.

Zur Entstehung des Bildes ist die Brechung der Lichtstrahlen erforderlich, deren Folge auch die Umkehrung des Bildes ist. Von jedem erleuchteten



k Sehwinkel; $f\beta, ea, c\gamma, d\delta$ Richtungsstrahlen.

Brechung der Lichtstrahlen. oder leuchtenden Punkte geht ein Strahlenkegel nach allen Seiten, also auch auf die cornea. Die hier divergirenden Strahlen werden, weil sie aus einem dün-

nern medium (Luft) in ein dichteres (cornea) übergehen, dem Einfallslothe zu gebrochen.

Wenn die Brechung durch die cornea geschehen ist, so entsteht eine weitere Brechung durch den humor aqueus, dann durch die vordere Wand der Linsenkapsel, durch die verschiedenen Schichten der Linse selbst, die hintere Linsenkapselwand, endlich den Glaskörper. Obgleich also viele brechende Medien im Auge vorhanden sind, so weicht doch das Brechungsvermögen bei einigen von ihnen so wenig von einander ab, dass man ohne erheblichen Fehler drei brechende Medien annehmen kann: 1) cornea mit humor aqueus, 2) Linsenkapsel und Linse, 3) Glaskörper, und demnach drei brechende Flächen: cornea, vordere Linsenfläche, hintere Linsenfläche.

Brechende
Medien.

Das Einfallslotth einer Kugelfläche ist sein radius. Der radius der vordern Hornhautfläche ist ungefähr = 8^{mm}

» » der vordern Linsenfläche » » = 10^{mm}

» » der hintern Linsenfläche » » = 6^{mm}

Das Verhältniss der Brechbarkeit (Brechungsindex):

Brechungs-
index.

der Luft zum humor aqueus = 77 : 103

» » zur Linse = 11 : 16

» » zum corpus vitreum = 77 : 103.

Der Vereinigungspunkt der gebrochenen Strahlen mit dem Mittelstrahl für unendliche Entfernungen heisst der Hauptbrennpunkt oder kurz Brennpunkt. Deutlich wird gesehen, wenn der Brennpunkt auf die retina fällt. Sind noch nicht alle Strahlen auf der retina zur Vereinigung gekommen, oder sind sie schon vor der retina zur Vereinigung gekommen, so entstehen Zerstreuungskreise. Dieselben haben hauptsächlich drei Ursachen:

Brennpunkt.

1) Die von fernen Objecten kommenden Strahlen vereinigen sich eher als die von nähern Objecten kommenden.

2) Die auf den Rand der Linse fallenden Strahlen werden eher vereinigt als die auf die Mitte fallenden.

3) Im weissen Lichte sind verschieden brechbare

Strahlen enthalten, von denen einige früher zur Vereinigung kommen, andere später; jene sind die violetten Strahlen, diese die rothen.

Um die Nachtheile, welche durch diese angegebenen drei Hindernisse entstehen, zu beseitigen, dienen 1) die Accommodation, 2) die Irisbewegungen, 3) die Achromasie.

§. 3. Accommodation.

Hervorwölben
der vordern
Linsenfläche.

Die Linse des Auges kann durch gewisse Vorrichtungen an ihrem vordern Theile mehr hervorgewölbt werden, wodurch die aus der Nähe kommenden, also mehr divergirenden Strahlen stärker gebrochen werden und früher zur Vereinigung kommen, sodass keine Zerstreuungskreise auf der retina entstehen.

tensor chorioideae.

Dass die Linse beim Nahesehen sich hervorwölbt, erkennt man aus Folgendem. Wenn ein Licht im Dunkeln vor das Auge gehalten wird, so entstehen drei Spiegelbilder der Flamme: das deutlichste von der cornea, das zweite verwischte von der vordern Linsenfläche, das dritte, umgekehrt stehende von der hintern Linsenfläche. Beim Sehen in der Nähe rückt das zweite, aufrechtstehende Bild der cornea näher, was auf eine Hervorwölbung der Linse schliessen lässt. Diese wird durch die Zusammenziehung des m. tensor chorioideae (ligam. ciliare), welcher aus circulären und radicalen Fasern besteht, bewerkstelligt.

Accommodation.

Man nennt diese Bewegung die Accommodation oder Adaption für die Nähe; sie ist mit einer deutlichen Empfindung von Anstrengung verbunden. Nach dem Aufhören derselben entsteht oft eine subjective

Phosphen.

Lichtempfindung: das Accommodationsphosphen.

Das Auge ist
für unendliche
Entfernung
eingestellt.

Das Auge ist wesentlich so eingerichtet, dass die Strahlen, welche aus unendlicher Entfernung kommen, sich auf der retina vereinigen. Indess erfordert es auch

eine Anstrengung, um in die Ferne zu sehen, eine Accommodation für die Ferne oder negative Accommodation, wofür die Bedingungen jedoch noch unbekannt sind. Negative Accommodation.

Der Scheiner'sche Versuch ist ein Beispiel für die Accommodation. Scheiner'scher Versuch. Sticht man in ein Kartenblatt zwei Oeffnungen, welche näher an einander stehen, als der Durchmesser der Pupille beträgt, und blickt durch diese Oeffnungen auf zwei hinter einander stehende Stecknadeln, so erscheint diejenige einfach, welche man fixirt und für welche das Auge accommodirt ist, die andere nicht fixirte hingegen doppelt, weil sie Zerstreuungskreise bildet.

§. 4. Irisbewegung.

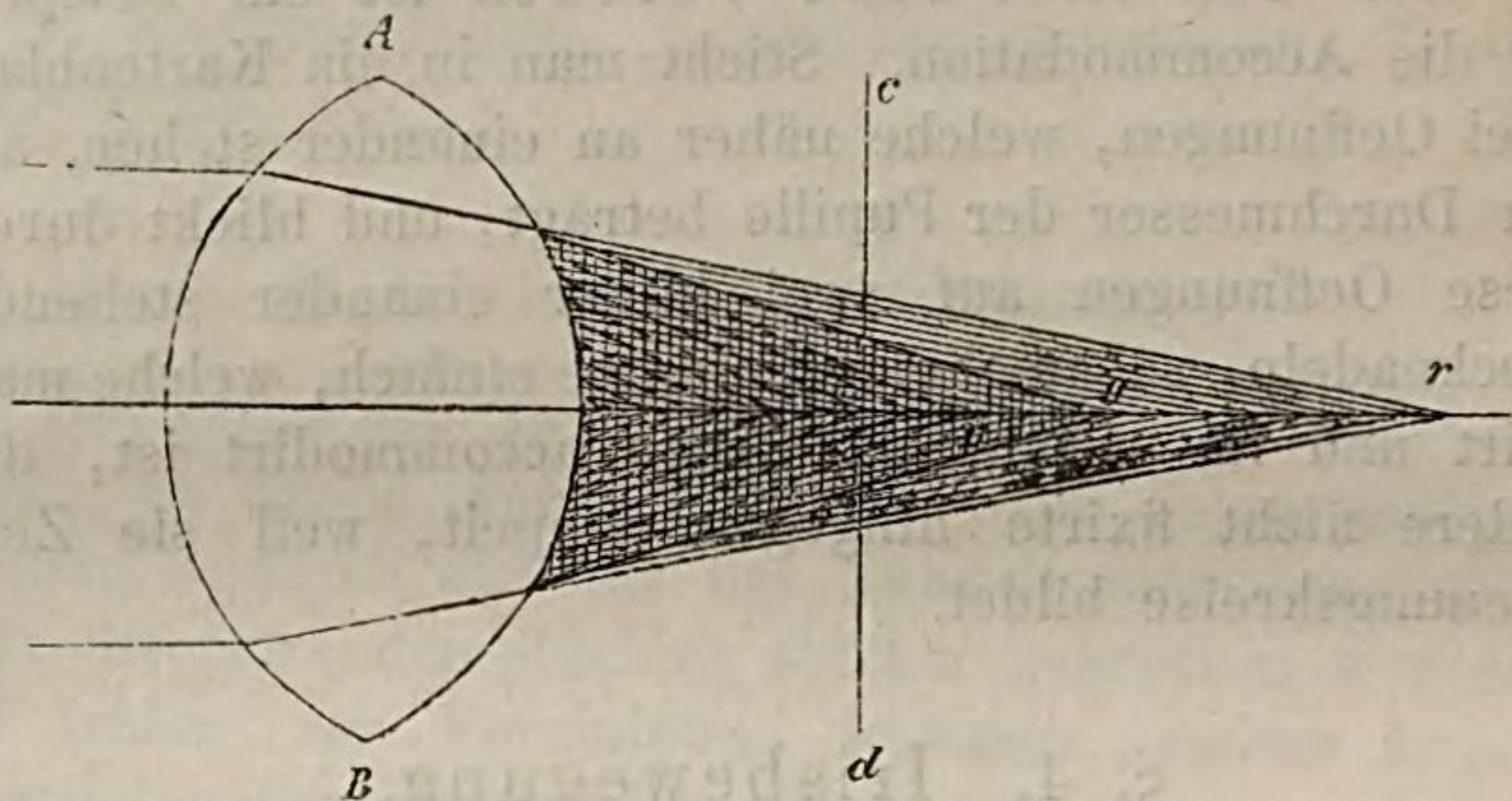
Die iris hat den Zweck, die Randstrahlen abzuhalten und, wenn das Licht hinreichend stark ist, durch die verkleinerte Pupille nur die Mittelstrahlen einzulassen und die Zerstreuungskreise möglichst aufzuheben. Bei Abnahme des Lichtes wird die Pupille erweitert, um einer grossen Zahl von Strahlen den Eingang zu gestatten. Zweck der iris.

Man nennt die Ablenkung der Randstrahlen und ihre frühzeitige Vereinigung mit den Mittelstrahlen die sphärische oder monochromatische Aberration. Die Pupille kann, ausser durch directe Nervenaffection, erweitert werden durch Atropin und verengt durch die Calabarbohne; beide Mittel wirken wahrscheinlich auf die zwei verschiedenen Muskeln der iris oder die letzten Nervenendigungen. Sphärische Aberration.

§. 5. Achromasie.

Durch die Brechung wird das weisse Licht in die dasselbe zusammensetzenden farbigen Strahlen zerlegt. Achromasie.

Ist die retina in cd (s. die untenstehende Figur), so entstehen kleine Zerstreuungskreise von den violetten, am meisten brechbaren Strahlen v , grössere von den gelben g , die grössten von den rothen. Ist das Auge so



accommodirt, dass der Bildpunkt auf v fällt, so werden hier die übrigen der Vereinigung nahen Strahlen g und r zusammenfallen und daher der Eindruck von Weiss vorwaltend sein. An den Rändern decken sich die Strahlen, welche noch nicht zur Vereinigung gekommen sind, gleichfalls, und der Eindruck von weiss bleibt der vorwiegende.

Wenn das Auge gut accommodirt ist, so sieht es das weisse Licht ohne Farbensäume, nur bei unpassender Accommodation erscheinen dieselben. Man sieht leicht Farbensäume bei halbverdeckter Pupille. Die Ursache der Achromasie des Auges ist bis jetzt nicht völlig aufgeklärt.

§. 6. Empfindung der retina.

Fixirung der
Objecte. fovea
centralis.

Genau sieht nur das Centrum der retina, die fovea centralis, und der gelbe Fleck. Je mehr man sich von dieser Stelle entfernt, desto weniger genau und deutlich ist das Sehen. Um einen Gegenstand scharf zu

sehen, fixiren wir ihn daher, d. h. wir bewegen den bulbus so, dass die Richtungslinien die fovea centralis treffen. An der Stelle, an welcher der n. opticus in die retina tritt, ungefähr $2\frac{1}{3}$ mm von dem Mittelpunkt entfernt, ist vollkommene Blindheit vorhanden. Wenn man daher in einer gewissen Entfernung drei neben einander stehende Punkte bei verschlossenem linken Auge mit dem rechten so betrachtet, dass der mittlere Punkt fixirt wird, so sieht man zugleich auch den nach Links stehenden Punkt, hingegen ist der nach Rechts stehende vollständig verschwunden. Hat man das rechte Auge geschlossen, so sieht man unter gleichen Verhältnissen den linken Punkt nicht. (Mariotte'scher Versuch.) Die unsichtbaren Punkte fallen aber gerade auf den colliculus nervi optici. Hieraus geht schon hervor, dass die Nervenfasern selbst keine Empfindung von den Lichtwellen haben.

Blinder Fleck.
Versuch von
Mariotte.

In dem gelben Fleck, dem Orte des deutlichsten Sehens, fehlen die Nervenfasern ganz und es finden sich hier blos die sogenannten Zapfen, welche zu der äussersten Schicht der retina gehören, der sogenannten Stäbchen- und Zapfenschicht.

Zapfen-
schicht.

Die retina wird nicht von allen Aetherwellen afficirt. Wenn nämlich das weisse Licht durch ein Prisma zerlegt wird, so sieht das Auge das bekannte Farbenspectrum: Roth, Orange, Gelb, Blau, Violett. Die grösste Wellenlänge hat das rothe Licht, die geringste das violette. Die rothen Strahlen werden durch eine viel geringere Anzahl Schwingungen hervorgebracht als die violetten. An den beiden Endpunkten des Spectrums, an welchen man Farben nicht mehr erkennt, sind dennoch Strahlen vorhanden, die aber nicht die retina afficiren. An der Grenze der rothen Strahlen liegen die Wärmestrahlen, welche auf das Thermometer wirken, an der Grenze der violetten die chemischen Strahlen, welche Silbersalze, schwefelsaures Chinin, Guajactinctur afficiren. Auch diese erregen bei gewöhnlicher Licht-

Aetherwellen,
welche die
retina affi-
ciren.

Wärme-
strahlen.

Chemische
Strahlen.

intensität nicht die retina und auch nicht das Thermometer. Durch sehr intensives Licht und durch Substanzen, welche die Brechbarkeit vermindern, z. B. schwefelsaures Chinin, werden hingegen auch die am meisten brechbaren Strahlen, welche jenseit der violetten liegen, die ultravioletten, sichtbar.

Intensität und
Länge der
Aetherwellen.
Lichtstärke.
Farben.

An den Lichtwellen unterscheidet man die Intensität ihrer Schwingungen als Lichtstärke und die Wellenlänge als Farben. Wenn gleichzeitig Licht von den verschiedensten Wellenlängen die retina trifft, so entsteht die Empfindung von Weiss. Schwingungen mit der grössten Wellenlänge machen die Empfindung von Roth und mit den kleinsten Wellenlängen die Empfindung von Violett.

Grundfarben.

In der retina gibt es Fasern, welche blos von einer Farbe afficirt werden und für die andern nicht erregbar sind. Den drei Grundfarben Roth, Blau, Gelb, oder wie man nach neuerer Untersuchung annimmt, Roth, Grün, Violett, entsprechen in der retina verschiedenartige Nervenfasern. Wenn durch eine langdauernde Erregung mittels einer Farbe die entsprechenden Fasern ermüdet sind, so entstehen spontan durch Antagonismus Erregungen der bisher nicht afficirten Fasern. Längeres Anblicken einer rothen Fläche bringt nachher den Eindruck von Grün hervor, welcher im Auge zurückbleibt. Man nennt diejenigen Farben, welche mit einer dritten Weiss ausmachen, complementär. So sind complementär

Complementäre Farben.

nach der frühern Annahme:

von Gelb — Violett,
von Blau — Orange,
von Roth — Grün,
von Hell — Dunkel,
Weiss — Schwarz.

nach der jetzigen Annahme:

von Roth — Grün + Violett
(Weisslichblau),
von Grün — Violett + Roth
(Purpur),
von Violett — Roth + Grün
(Weisslichgelb).

§. 7. Erregungsursachen der retina.

Das wichtigste Erregungsmittel bilden die Lichtwellen. Zu ihrer Wirkung ist erforderlich:

- a) ein gewisser Grad von Beleuchtung,
- b) Aufmerksamkeit,
- c) ein deutliches Bild ohne Zerstreuungskreise,
- d) eine gewisse Ausdehnung des Objectes, also eine gewisse Grösse des Seh winkels.

Man kann jedoch noch Objecte von ausserordentlich geringer Ausdehnung deutlich erkennen, so z. B. Striche von $0,003'''$ Breite. Ein Bild auf der retina, welches noch nicht $\frac{1}{1000}'''$ Durchmesser hat, kann doch noch als gesondertes empfunden werden.

Zwei Parallellinien, deren Bilder nur $0,00119''$ — $0,00148'''$ von einander entfernt sind, werden dennoch als getrennte Eindrücke empfunden.

e) Eine gewisse Zeit, welche aber ausserordentlich klein zu sein braucht, da sogar bei einem elektrischen Funken Gesichtsempfindung möglich ist.

Ausser dem Lichte wird die retina auch durch mechanische Einflüsse, z. B. durch Druck, Stoss, ferner durch elektrische Reize, sowie durch Vorstellungen afficirt, und auch dadurch entstehen Empfindungen von Licht.

§. 8. Nachwirkungen der Erregung.

Wenn die retina erregt worden ist und die Erregung aufhört, so dauert die Empfindung noch eine Zeit lang fort, auch bei verschlossenem oder abgewendetem Auge. Man nennt dies positive Nachbilder. Wenn man z. B. auf eine helle Fensterscheibe blickt und die Augen hernach verschliesst, so sieht man dieselbe noch eine kurze Zeit nachher. Ebenso erscheint

Positive
Nachbilder.

Negative
Nachbilder.

ein leuchtender Punkt als leuchtender Kreis, wenn jener im Kreise geschwungen wird. Wenn die positiven Nachbilder aufhören, so folgen die negativen Nachbilder; die vorher hellen Gegenstände erscheinen dunkel, die gefärbten in complementären Farben, z. B. Roth erscheint grün. Die negativen Nachbilder beruhen auf Ermüdung und auf Antagonismus vorher nicht gereizter Partien.

Contrast-
farben.

Wenn ein gefärbter Gegenstand lange Zeit angeblickt worden ist, so erscheinen die Ränder und die Umgebung in complementären Farben. Man nennt dieses Contrastfarben.

§. 9. Bewegung des bulbus.

Drehpunkt.

Obwohl der bulbus auch verschiebbar ist, also einer Ortsbewegung fähig ist, so kommt doch dieselbe wahrscheinlich im normalen Leben gar nicht vor. — Die wesentliche Bewegung ist eine Drehung um einen festen Punkt, den sogenannten Drehpunkt, welcher ein wenig weiter nach Hinten als die Mitte der Sehachse, ungefähr $12,3^{\text{mm}}$ hinter der Vorderfläche der Hornhaut liegt. Die Sehachse, d. h. die von der Mitte der Vorderfläche der cornea bis zur Mitte der Hinterfläche der sclerotica gezogene Linie, hat eine Länge von $23-25^{\text{mm}}$. (Genau fällt die von der Mitte der Hornhaut bis zur Mitte der retina gezogene Linie, Hornhautachse, nicht mit der von der Mitte der fovea centralis aus gezogenen Linie zusammen. Die letztere liegt nämlich etwas nach Aussen und Unten von derselben.)

Den grössten Kreis, welchen eine durch den Drehpunkt, die Mitte der Hornhaut und das Centrum der Netzhaut gelegene verticale Ebene abschneidet, nennt man verticalen Meridian und seine Achse die Höhenachse. Der horizontale Meridian ist durch die

den bulbus in eine vordere und hintere Hälfte theilende Linie und den Drehpunkt gelegt; seine Achse ist die Querachse, welche in der Richtung von Links nach Rechts durch beide Augen geht.

Der Aequator schneidet die Kugeloberfläche in einem zu den Meridianen senkrechten grössten Kreise; seine Achse ist die Sehachse.

Denkt man sich eine gerade Linie von der Mitte des Ursprungs eines Muskels bis zur Mitte seiner Insertion gezogen und legt man durch diese Linie und den Drehpunkt eine Ebene, so heisst dieselbe die Muskelebene. Eine Linie, welche auf dieser Ebene senkrecht im Drehpunkte steht, heisst die Drehungsachse des Muskels. Mit ziemlicher Genauigkeit kann man für die Augenmuskeln drei Muskelebenen und drei Drehungsachsen annehmen. Um die Höhenachse drehen sich der rectus internus und externus; jener zieht die Hornhaut nach Innen, dieser nach Aussen. Um die horizontale Drehungsachse wendet der rectus superior die Hornhaut nach Innen und Oben, der rectus inferior nach Innen und Unten. Um die Tiefenachse liegen die Muskelebenen des m. obliqui. Der m. obliquus superior wendet den obern hintern Umfang der sclerotica nach Innen und Vorn, demgemäss die cornea und Pupille nach Unten und Aussen. Der obliquus inferior wendet die cornea und Pupille nach Oben und Aussen.

Jedoch fallen keineswegs die Muskelebenen mit den Achsen des Auges zusammen, am meisten noch der m. externus und internus mit der Höhenachse. Daher wendet der m. superior und inferior den bulbus nicht ganz gerade nach Oben und Unten, es wirken vielmehr in der Regel mehrere Muskeln zusammen. Folgendes sind die Winkel, welche bildet:

die Drehachse d. Muskels mit der Sehachse, Höhenachse, Querachse,

r. superior	111° 21'	108° 22'	151° 10'
r. inferior	63° 37'	114° 28'	37° 49'
r. externus	96° 15'	9° 15'	95° 27'
r. internus	85° 1'	173° 13'	94° 28'
obliquus superior	150° 16'	90° 0'	60° 16'
» inferior	29° 44'	90° 0'	119° 44'

Während des Schlafes sind die Augen nach Innen und Oben oder nach Innen und Unten gewendet.

Gesichtskreis. Der Umfang, in welchem die Objecte gesehen werden können, heisst der Gesichtskreis. Der einfachste Gesichtskreis und der kleinste ist der Umfang, in welchem von einem unbewegten Auge Gegenstände gesehen werden können, der ausgedehnteste Gesichtskreis derjenige, welcher durch Bewegung beider Augen sowohl in horizontaler als verticaler Richtung umschrieben wird.

§. 10. Das Localisiren der Gesichtsobjecte.

Projiciren der Objecte nach dem Punkte, an dem die Richtungslinien sich schneiden. Wir setzen die Gegenstände, welche wir sehen, an einen bestimmten Ort und in eine bestimmte Entfernung und zwar immer dahin, wo die Richtungslinien, welche von einem Punkte des Objects nach beiden Augen hin gezogen gedacht werden, sich schneiden. Mit einem Auge schätzen wir nicht die Entfernungen, sondern wir bedürfen dazu zweier.

Entfernung. Bei der Beurtheilung der Entfernungen nehmen wir die bekannte Grösse der Objecte, die Gegenstände, welche zwischen dem Auge und dem zu sehenden Objecte sich befinden, mit zu Hülfe. Da mit der Entfernung der Sehwinkel abnimmt, so erscheinen uns entfernte Gegenstände klein.

§. 11. Einfachsehen mit zwei Augen.

Alle Bilder, welche von demselben Objecte gleichzeitig auf die Mitte der retina fallen und also am genauesten gesehen werden, erscheinen einfach, während diejenigen, welche auf die andern Theile der retina fallen, häufig doppelt gesehen werden.

Einfachsehen
im Centrum
der retina.

Man nennt das Sehen durch die Mitte der retina directes Sehen und das durch die andern Theile der retina indirectes Sehen. Wenn man zwei ganz ähnliche Gegenstände, z. B. zwei Oblaten von ganz gleicher Grösse und Farbe, zugleich so mit beiden Augen betrachtet, dass ein jedes Auge nur einen Gegenstand fixirt, am besten durch das Stereoskop, so vermischen sich die Bilder beider zu einem, welches man in der Mitte des Gesichtsfeldes zu sehen glaubt.

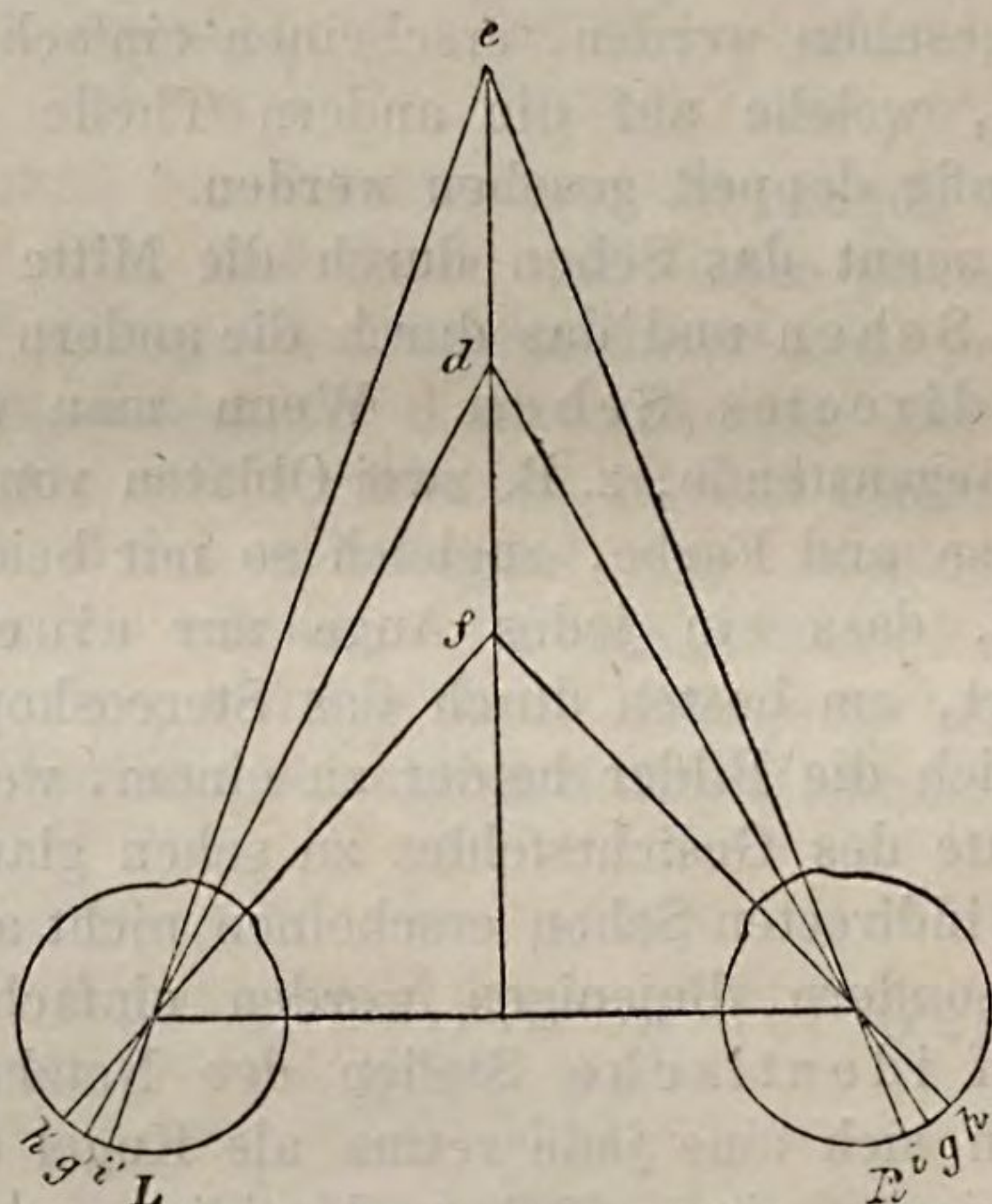
Directes,
indirectes
Sehen.

Beim indirecten Sehen erscheinen nicht alle Punkte doppelt, sondern diejenigen werden einfach gesehen, welche auf identische Stellen der Netzhaut fallen. Wenn man sich eine jede retina als Kugel denkt, auf welcher, wie auf einem Globus, Meridian- und Parallelkreise verzeichnet sind, so sind diejenigen Punkte identisch, welche in gleichnamigen Graden liegen, und diejenigen Objectpunkte, deren Bildpunkte auf solche identische Stellen gelangen, werden einfach gesehen, die übrigen doppelt. Man nennt horopterische Linien diejenigen, welche von Objectpunkten zu identischen Stellen beider Netzhäute gelangen.

Horopter.

Man nimmt einen transversalen und einen verticalen Horopter an. Der transversale ist eine Kreislinie, durch welche alle Punkte fallen, die einfach neben dem fixirten gesehen werden, wenn man sie in der Visirebene (d. i. einer Ebene, welche einer durch die Sehachsen gelegten horizontalen Ebene parallel ist) betrachtet. Der verticale Horopter liegt senkrecht zur

Visirebene. — In der nebenstehenden Figur erscheinen, wenn man den Punkt d fixirt, indem man jene horizontal vor die Augen hält, sowohl e als f doppelt. Sie fallen auf nicht identische Stellen.



Das Einfachsehen mit zwei Augen ist wahrscheinlich ein psychischer Act, indem die Seele aus der gleichen Empfindung, welche sie von jedem Auge empfängt, auf einen Gegenstand schliesst.

Sehen von Doppelbildern kommt selten vor, hauptsächlich weil die fixirten nicht doppelt erscheinen und die Fixation das Sehen stets begleitet.

§. 12. Sehen von Körpern.

Erkenntniss
der Tiefen-
dimension.

Die Bilder der retina zeigen nur eine Längen- und eine Breitendimension, nicht aber eine Tiefendimension; diese letztere ist daher erschlossen, nicht primär em-

pfunden. Wir schliessen auf dieselbe theils durch Beurtheilung der Ferne, indem das Tieferliegende auch ferner liegt, theils durch die Bewegungen des bulbus, welche gemacht werden, um die Tiefendimension zu erkennen. Endlich tragen beide Augen wesentlich dazu bei; mit dem rechten Auge erkennt man einen Gegenstand anders als mit dem linken Auge, indem dort die rechte Seite vollkommen erscheint und die linke nur zum Theil, hier die linke vollständig und die rechte nur zum Theil. Wenn daher von einem Körper die rechte und die linke Seite aufgenommen wird und man betrachtet je ein Bild mit einem Auge zu derselben Zeit, so setzt sich die Seele das Bild eines Körpers zusammen, wie dies beim Einblicken in das Stereoskop der Fall ist.

§. 13. Irradiation.

Helle Gegenstände erscheinen in der Regel grösser als dunkle von derselben Ausdehnung. Ein schwarzer Kreis auf weissem Grunde erscheint beträchtlich kleiner als ein weisser Kreis auf schwarzem Grunde; man nennt dies Irradiation. Diese Erscheinung ist um Irradiation. so weniger vorhanden, je genauer das Auge accommodirt ist, sie fehlt jedoch auch nicht bei vollkommener Accommodation und hängt wesentlich von dem Eindruck ab, welcher auf die Seele gemacht wird und vorwiegend ist. Unter Umständen kann daher auch ein dunkler Gegenstand breiter erscheinen als ein heller, was man die negative Irradiation nennt. Negative Irradiation.

§. 14. Beurtheilung der Grösse.

Das Urtheil über die Grösse eines Objectes hängt Die Grösse wird beurtheilt nach dem Sehwinkel und der Accommodation. zunächst von der Zahl der percipirenden Netzhaut-elemente ab. Je grösser der Raum der Netzhaut ist,

welchen ein Bild einnimmt, je grösser also auch der Sehwinkel ist, für desto grösser halten wir das Object; zugleich hat aber auch auf die Grössenbeurtheilung das Accommodationsvermögen Einfluss. Wenn wir das Auge für die Nähe accommodiren, so halten wir den zu sehenden Gegenstand für kleiner, als wenn wir das Auge für die Ferne accommodiren.

§. 15. Thränen. Meibom'sche Drüsen.

Durch die Thränen wird die cornea feucht erhalten, was für ihre Durchsichtigkeit wesentlich ist. Der Augenschlag führt sie gegen den innern Augenwinkel. Von hier gelangen sie in den Thränensack, dessen Muskel ihn comprimirt. Der während der Inspiration vermehrte äussere Luftdruck trägt zur Weiterbeförderung der Thränen in den Nasenkanal bei. — Das Ueberfliessen der Thränen über die Augenlider verhütet das fettige Secret der Meibom'schen Drüsen.

Zweites Kapitel.

G e h ö r s i n n .

Schallempfindung.

Unter gewissen Bedingungen bringen Erschütterungen elastischer Körper eine Empfindung im Ohr hervor, welche man die Schallempfindung nennt. Kein anderes Organ und kein anderer Nerv des Körpers wird durch dieselben Erschütterungen in gleicher Weise erregt.

§. 16. Schall. Ton.

Klang.
Geräusch.

Die Erschütterungen sind entweder regelmässig, wiederholen sich periodisch in gleichen Zeitabschnitten

und heissen dann Schwingungen, oder sind unregelmässig und nicht periodisch. Jene bringen den Klang, diese das Geräusch hervor. In jedem Falle müssen sie sich mit einer gewissen Schnelligkeit wiederholen. Wenn auf eine Secunde weniger als 16 Bewegungen kommen, so wird das Ohr nicht davon afficirt.

Die Schwingungen, welche in Saiten, Metallplättchen oder wo sonst immer erzeugt werden, empfängt das Ohr in der Regel durch die Luft, in welcher sie sich fortverbreiten. Die Lufttheilchen, welche zunächst an schwingende Körper grenzen, machen Wellenbewegungen, indem sie hin und her schwingen, ohne dass eine solche Luftschicht sich weiter von den schwingenden Körpern entfernt. Durch die in ihr entstandene Bewegung entsteht in der nächstfolgenden Schicht gleichfalls eine Wellenbewegung, welche jedoch von geringerer Intensität ist, und so kommt eine dritte und vierte Schicht an die Reihe, bis endlich die Wellen ganz klein werden und verschwinden. Wenn innerhalb dieser Wellenkugeln sich das Ohr befindet und die Wellen noch intensiv genug sind, so wird gehört.

Leitung der
Schwingun-
gen durch
die Luft.

An einem Ton unterscheidet man seine Höhe, Stärke und Klangfarbe. Die Stärke ist von der Grösse der Schwingungsexcursionen abhängig, die Höhe von der Anzahl der Schwingungen, welche in der Zeiteinheit, z. B. in der Secunde, gemacht werden. Die Klangfarbe, durch welche das Ohr die Verschiedenheit der einzelnen musikalischen Instrumente unterscheidet, z. B. den gleich hohen und starken Ton einer Violine und einer Flöte, muss von der verschiedenen Form der Schwingungen herrühren.

Höhe, Stärke,
Klangfarbe
des Tons.

Die geringste Zahl der Schwingungen in einer Secunde, von welcher das Ohr afficirt wird, beträgt etwa 16 und die höchste 38000. In der Musik brauchbar sind aber nur Töne von 40—4000 Schwingungen.

§. 17. Erfordernisse der Hörens.

1) Fortleitung der Schwingungen bis zum Labyrinthwasser, vermittelt der Kopfknochen, hauptsächlich aber durch das Ohr.

2) Empfindung derselben.

§. 18. Fortleitung des Schalls.

Äusseres
Ohr.

Paukenhöhle.

Trommelfell.

Durch die Ohrmuschel und den äussern Gehörgang werden Schallwellen in einem kleinern Raume gesammelt, reflectirt und somit verstärkt. In der Paukenhöhle werden die Schallwellen theils durch feste Körper, die Gehörknöchelchen, theils durch die Luft fortgepflanzt. Das Trommelfell hat den Zweck:

1) die Fortpflanzung von der Luft auf die Gehörknöchelchen zu vermitteln. Schallschwingungen verbreiten sich nämlich schwer aus der Luft in feste Körper, leicht, wenn eine elastische Membran dazwischen ist.

2) Die Gleichmässigkeit der Luft in der Paukenhöhle zu erhalten. Gelangt Luft durch die Eustachische Trompete in die Paukenhöhle, und wird diese dadurch verdichtet, so kann das Trommelfell ausweichen. Wird die Luft beim Einathmen verdünnt, so wird das Trommelfell durch die äussere Luft nach Innen gedrängt.

tensor tym-
pani.

3) Durch den m. tensor tympani wird das Trommelfell gespannt, wenn er sich zusammenzieht. Da nämlich der Handgriff des Hammers zwischen den Platten des Trommelfells liegt, so spannen der durch den genannten Muskel angezogene Handgriff des Hammers und der mit ihm verbundene lange Fortsatz des Ambos das Trommelfell an. In gespannten Membranen verbreitet sich der Schall aber nicht so rasch als in er-

schlafften. Das Trommelfell dient mithin dazu, im gespannten Zustande starke Töne abzuschwächen. Die Bewegungen des tensor tympani hängen von dem n. trigeminus (ganglion oticum) ab.

Nach akustischen Gesetzen sollte das Trommelfell, welches nur einen kleinen Durchmesser hat, nur mit-schwingen, wenn hohe Töne angeschlagen werden, jedoch nicht bei tiefen, was aber erfahrungsmässig nicht der Fall ist.

Durch den Fuss des Steigbügels und den m. sta-^{m. stapedius.} pedius wird die Membran des ovalen Loches mehr ge-^{fenestra ro-}spannt. Wenn der Steigbügel tiefer in die fenestra^{tunda.} ovalis eindringt, entsteht ein Druck auf das Labyrinthwasser; da das Wasser nicht zusammendrückbar ist, so drängt es die fenestra rotunda mehr nach Aus-sen, woraus die Nothwendigkeit der runden Oeffnung erhellt.

§. 19. Empfindung.

Die Fasern des Gehörnerven verbreiten sich theils in den Säckchen und Ampullen des Vorhofs, theils in der lamina spiralis der Schnecke. Es ist wahrscheinlich, dass die Schwingungen aus dem Labyrinthwasser nicht direct die Nerven afficiren, sondern die Nebenorgane, welche in der Schnecke und in den Vorhöfen entdeckt worden sind. Namentlich hat man in der lamina spiralis membranacea ganz eigenthümliche Vorrichtungen mit zahnartigen Fortsätzen entdeckt.

Drittes Kapitel.

Geruchssinn.

§. 20. Erfordernisse.

- 1) Die riechbaren Stoffe müssen durch die Luft zur regio olfactoria der Nase (s. u.) geführt werden.
- 2) Der gemachte Eindruck muss empfunden werden.
- 3) Es sind gewisse Bewegungen nothwendig.
- 4) Psychische Thätigkeiten.

§. 21. Riechschleimhaut.

regio olfacto-
ria.

Nur der oberste Theil der Scheidewand und die den zwei obern Muscheln entsprechende Seitenwand sind zum Riechen bestimmt. An dieser Stelle findet sich kein Flimmerepithel vor, sondern ein einschichtiges Epithel mit grossen Zellen, ähnlich den Cyliinderepithelzellen, deren Ausläufer bis in die Schleimhautoberfläche reichen; zwischen denselben finden sich die sogenannten Riechzellen, welche in fadenförmige Fortsätze auslaufen. Die Nerven an dieser Stelle gehen in sehr feine varicöse Fädchen aus, welche sich mit den Riechzellen verbinden.

Die übrige Schleimhaut besitzt Flimmerepithel, sowohl in der Nase als in den Nebenhöhlen.

§. 22. Riechbare Stoffe.

Dieselben sind ausserordentlich fein zertheilbar, sodass z. B. $\frac{1}{2000000}$ Mgr. des Weingeistextractes von Moschus noch gerochen wird.

Die riechbaren Stoffe werden nur durch die Luft zum Geruchsorgan fortgepflanzt.

Wahrscheinlich dienen die Nebenhöhlen dazu, um die riechenden Stoffe mit Luft zu vermischen.

Viertes Kapitel.

G e s c h m a c k s s i n n .

§. 23. Erfordernisse.

1) Die materielle Berührung des Geschmacksubjects mit dem Geschmacksorgan.

2) Empfindung der Geschmacksnerven.

3) Aufmerksamkeit und Urtheil.

Zum deutlichen Schmecken sind auch Bewegungen der Zunge erforderlich.

§. 24. Schmeckende Stoffe.

Man unterscheidet vier Arten von Geschmack: bittern, süssen, salzigen, sauren.

Die schmeckenden Stoffe müssen gelöst sein, bevor sie empfunden werden, weshalb der Zutritt von Speichel und Schleim zu den festen Stoffen nothwendig ist.

§. 25. Empfindung.

Die Empfindungsorgane, welche am genauesten ^{Geschmacksorgane.} schmecken, sind die Wurzel der Zunge und der weiche Gaumen, aber auch die Spitze der Zunge. Die Nerven, welche dem Geschmacke vorstehen, sind daher:

der nervus glossopharyngeus,

die n. pterygopalatini,

der n. lingualis.

Wahrscheinlich wirkt die chorda tympani, deren Fäden mit dem n. lingualis zur Zunge kommen, auf die Bewegung der Papillen und somit auch der n. facialis. Bei dem feinen Schmecken scheinen die Papillen sich aufzurichten.

Fünftes Kapitel.

Tastsinn.

§. 26. - Allgemeines.

Gemein-
gefühl.

Das Tasten ist von dem Gemeingefühl (con-aesthesia) dadurch verschieden, dass man durch letzteres Zustände des eigenen Körpers, durch jenes den durch äussere Einwirkungen gemachten Eindruck wahrnimmt, namentlich lernt man durch das Tasten Temperatur, Cohäsion und Schwere, Grösse und Form der Körper kennen.

Temperatur-
sinn.
Drucksinn.
Ortssinn.

Man unterscheidet drei Vermögen des Tastsinnes: Temperatur-, Druck- und Ortssinn.

Durch den Drucksinn lernt man den Widerstand kennen, welchen ein Körpertheil einem gegen ihn einwirkenden Reiz leistet.

Unter Ortssinn versteht man das Vermögen, zwei gleichzeitig auf verschiedene Hautstellen gemachte Eindrücke als räumlich getrennte zu unterscheiden; er beruht also auf der Schärfe der Tastempfindung.

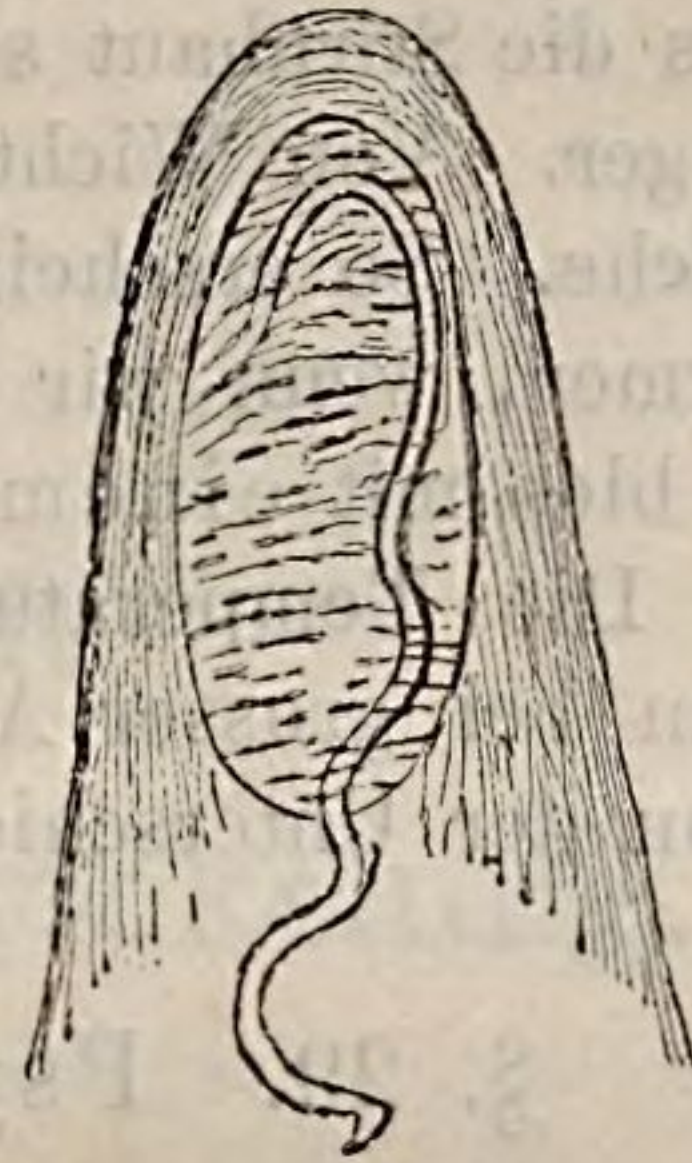
§. 27. Tastorgane.

Wesentlich ist die äussere Haut mit Tastsinn versehen; aber auch die Schleimhaut der Zunge, des Gaumens, des Schlundes, im geringern Grade die der Speiseröhre, ja selbst des Magens, sowie endlich die

Schleimhaut der Nasenhöhle haben Tastempfindung. Es sind also namentlich die zur Haut gehenden Zweige von Spinalnerven, Zweige des n. trigeminus und vagus bei dem Tastsinn betheiligt.

Vorzüglich geeignet zum Tasten sind die mit Papillen versehenen Theile der Finger und Zunge, von letzterer namentlich die Zungenspitze.

Man nimmt an, dass die an den Hautpapillen der Finger vorkommenden Tastkörperchen in einer Beziehung zur Tastempfindung stehen.



Tastkörperchen.

§. 28. Feinheit des Tastsinnes.

Um die Feinheit des Tastsinnes zu ermitteln, bringt man abgestumpfte Zirkelspitzen in verschiedenen Abständen auf einzelne Hautstellen von Menschen mit verbundenen Augen und lässt bestimmen, wie gross der Abstand sein muss, wenn die betreffende Hautstelle noch zu empfinden vermag, ob wirklich zwei Eindrücke empfunden werden, oder ob im sensorium beide Eindrücke zu einem zusammenfallen.

Man nimmt zwei gesonderte Eindrücke wahr, wenn die Zirkelspitzen entfernt sind:

0,5''' auf der Zungenspitze,

0,6''' auf der Volarfläche des Nagelgliedes vom Zeigefinger,

1,5''' auf der rothen Oberfläche der Lippen,

1,9''' auf der Mitte des Zungenrückens,

3,9''' auf der Dorsalfläche der Finger,

4,5—6''' auf der Wange,

13,29''' auf dem Vorderarm,

17,08''' am Oberarm,

24,2''' in der Mitte des Rückens.

Zur Abschätzung des Gewichts zeigt sich besonders die Stirnhaut sehr empfindlich, mehr noch als die Finger. Von Wichtigkeit ist die Grösse der tastenden Fläche. So erscheint ein niedriger temperirter Körper wärmer, wenn wir ihn mit der ganzen Hand betasten, als blos mit einem Finger.

Die Temperatur verschieden erwärmten Wassers kann bei grosser Aufmerksamkeit abgeschätzt werden, wenn der Unterschied nur $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ ° R. beträgt.

§. 29. Psychische Thätigkeit.

Durch Aufmerksamkeit und Uebung ist man im Stande, den Tastsinn bedeutend zu verfeinern.

Durch das Urtheil erhalten wir Vorstellungen über die Grösse und die Form der Körper, welche wir betasten. Wesentlich ist dabei die Bewegung der tastenden Fläche.

Achter Abschnitt.

Zeugung und Entwicklung.

Erstes Kapitel.

Von der Zeugung.

§. 1. Erfordernisse.

Zur Zeugung ist erforderlich, dass die Samen-
flüssigkeit in das Eichen gelangt. Dieser Act wird Befruchtung.
die Befruchtung, foecundatio, genannt. Durch die
Befruchtung entwickelt sich in dem Eichen der Embryo.

§. 2. Der männliche Samen.

Der männliche Samen, semen virile, ist eine Bestandtheile
des Samens.
weisse, dickliche, eigenthümlich riechende Flüssigkeit.
Die flüchtige Substanz, von der der Geruch herrührt,
wird aura seminalis genannt. Der Samen enthält unge-
fähr 90 % Wasser und 10 % feste Substanzen, unter den
letztern einen Extractivstoff, das Spermatin, und
Salze, hauptsächlich phosphorsauren Kalk. In der
Samenflüssigkeit ist mikroskopisch eine grosse Anzahl

Samenfäden von Samenfäden vorhanden. Ein Samenfaden, spermatozoon ($\frac{1}{50}$ '''), besteht aus einem länglichen Köpfchen von ungefähr $\frac{1}{500}$ ''' Länge und einem spitz zulaufenden Faden. Frisch bewegen sich die Samenfäden hin- und herschwingend, ohne dass man irgendwie etwas Willkürliches an der Bewegung wahrnehmen könnte. Die Bewegung erhält sich am besten in mässig alkalischen Flüssigkeiten, während saure Lösungen und sehr starke Verdünnungen von Zucker oder Eiweiss oder Glycerin, selbst reines Wasser dieselbe bald aufheben. Nach dem Tode fanden sich noch Bewegungen der Samenfäden nach 12, selbst noch nach 24 Stunden, und in lebenden weiblichen Säugethieren verbleiben diese Bewegungen sogar noch eine Woche nach der Befruchtung. Wenn sie aufgehört haben, so werden sie auf kurze Zeit durch kaustische Alkalien wieder angeregt; sehr niedrige und sehr hohe Temperatur, Alkohol, Aether, Chloroform, Säuren heben sie auf. Wenn Samen getrocknet ist und wieder aufgeweicht wird, so können selbst nach Monaten die Samenfäden wieder erkannt werden; jedoch ist dabei zu beachten, dass in einem Tropfen eine grosse Anzahl von Samenfäden enthalten ist, also auch auf ihr zahlreiches Vorkommen Gewicht gelegt werden muss. Sind die sehr leicht abfallenden Köpfe nicht vorhanden, so kann man niemals Samenfäden als solche diagnostizieren. Die Samenfäden entstehen aus Zellen, den

Samenzellen. Samenzellen. Die Kerne einer Samenzelle vermehren sich, und bei ihrer weiteren Entwicklung zieht sich ein jeder Kern in einen Faden aus, sodass also so viel Samenfäden entstehen, als jene Kerne enthielt. Die Zellen zerplatzen und die Samenfäden treten frei aus. Diese Entwicklung geht in dem Hoden vor sich. Der Hoden besteht wesentlich aus Samenkanälchen; 1—3 Samenkanälchen ($\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{15}$ ''' dick) bilden ein Samenläppchen und die Samenläppchen machen die

grösste Masse der Hoden aus. An dem Beginne eines Samenkanälchens sind die Samenfäden noch nicht entwickelt, welche erst an dem Ende, wo die Samenkanälchen gegen das corpus Highmori hinlaufen, deutlich vorhanden sind; in den Nebenhoden und den ductus deferentes finden sich freie Samenfäden. Erst mit der Zeit der Pubertät tritt die Bildung der Samenfäden ein und bleibt bis zum hohen Alter.

Die Entleerung des Samens geschieht mittelst der ductus deferentes und ejaculatorii in die Harnröhre; durch die Bewegungen der Harnröhre kann derselbe von da entleert werden. Die Bewegungen der ductus deferentes werden durch glatte Muskelfasern hervorgebracht, welche durch Reizung der untern Kreuzbeinnerven sich zusammenziehen. Die Anregung der motorischen Kreuzbeinnerven geschieht entweder reflectorisch vom Rückenmark oder vom Gehirn aus. Durch Experimente kann man nachweisen, dass Reizung des n. sympathicus lumbaris, der sensiblen Wurzeln der Kreuzbeinnerven und der motorischen Wurzeln des 3. und 4. Kreuzbeinnerven, sowie Reizung des ganzen Rückenmarks vom verlängerten Marke an Bewegung der ductus deferentes zur Folge hat. Alle Ursachen, welche die Reizbarkeit der Nerven vermehren, tragen auch zur leichtern Bewegung der ductus deferentes bei.

Entleerung
des Samens.

Hiernach kann also die Fortführung des Samens aus dem Hoden bis in die Harnröhre durch die ductus deferentes aus folgenden Ursachen hervorgehen:

Ursachen der
Samenentleerung.

1) Reizung derselben, indem sie durch eine grosse Menge von Samen ausgedehnt werden, also Zunahme der Samenbereitung;

2) Reizung auf reflectorischem Wege;

3) Reizung vom Gehirn aus;

4) vermehrte Reizbarkeit des Nervensystems, entstanden durch verschiedene erschöpfende Ursachen.

Flimmer-
bewegung.

Die Schleimhaut der ductus deferentes und des Nebenhodens, sowie der coni vasculosi hat Flimmer-epithel; die Bewegung geschieht in der Richtung gegen die Harnröhre hin, und es ist möglich, dass durch dieselbe die Fortbewegung des Samens befördert wird.

Zur Ausleerung des Samens aus der Harnröhre dienen dieselben Muskeln, welche zur Ausleerung des Urins bestimmt sind, namentlich der m. bulbocavernosus und der m. urethralis.

Erection.

Bei der Begattung findet Erection statt. Sie hat darin ihren Grund, dass das in dem männlichen Gliede angehäuften Blut eine Zeit lang stagnirt. Diese Stagnation kann entweder von einem grössern Blutzufuss durch die Arterien unter gleichbleibendem Rückfluss durch die Venen oder von einer Stauung in dem Venenblutfluss allein herrühren. Wahrscheinlich finden beide Ursachen gemeinschaftlich statt.

Der Bau des penis befördert die Stagnation, namentlich sind es die corpora cavernosa, welche ein ungeheuer weites Bett für das sich ansammelnde Blut bilden. Die trabeculae, welche von der innern Wand der tunica propria ausgehen, bilden ein durch die corpora cavernosa verbreitetes Maschenwerk, innerhalb dessen eine grosse Menge von Venenräumen enthalten ist; die Wandungen der Venen verschmelzen mit den Wandungen der trabeculae, und in den trabeculae sind Muskelfasern enthalten, deren Zusammenziehung einen Druck auf die Venenräume auszuüben und das Venenblut aufzuhalten vermag. Die vena profunda penis durchbohrt den m. transversus perinei, und die Zusammenziehung dieses Muskels mag gleichfalls zur Förderung der Stagnation beitragen. Ausserdem werden wahrscheinlich die Arterien verengt und zwar in Folge einer Nervenerregung durch Reizung des plexus hypogastricus. Bei Hunden kann man nicht nur eine Verengerung der Arterien hervorbringen, sondern der

bulbus der Eichel schwillt stark an und bleibt im Zustande der Erection, solange die Reizung dauert, und wenn die corpora cavernosa durchschnitten sind, so stürzt während der Reizung ein mächtiger Blutstrahl aus dem corpus cavernosum urethrae hervor. Die Arterien der cavernösen Körper haben einen geschlängelten Verlauf, verengern sich plötzlich bei ihren Windungen, wodurch das Ansehen entsteht, als seien sie blind geendigt; man nannte sie deshalb arteriae helicinae. Die Erection entsteht in der Regel auf reflectorischem Wege durch Reizung der Ruthennerven.

§. 3. Weibliches Ei.

In dem weiblichen Eierstocke bilden sich, ähnlich Entwicklung des weiblichen Eies. wie in den Samenkanälen, Zellen mit Kernen und Kernkörperchen, gleichfalls in Röhren, die sich später von einander abschliessen. Im entwickelten Eierstock findet man daher ein jedes Ei von einer Hülle umgeben, so dass der aufgeschnittene Eierstock eine Anzahl Bläschen zeigt, welche man folliculi Graafiani, Graaf'sche Graaf'sche Bläschen. Bläschen ($\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$ ''' Durchmesser) nennt.

An einem Graaf'schen Bläschen unterscheidet man 1) die äussere fibröse Hülle, theca; 2) die an der Innenfläche liegende Epithelschicht, membrana granulosa, welche in der Regel in eine körnige Masse umgewandelt ist; 3) die Zelle, ovulum humanum, $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ ''' ovulum mit vesicula, macula, zona, vitellus. gross, mit einem Kerne, vesicula germinativa, oder Keimbläschen ($\frac{1}{50}$ '''), und dem Kernkörperchen, Keimfleck, macula germinativa ($\frac{1}{330}$ '''), endlich dem Zelleninhalt oder Dotter, vitellus. Ausser diesen Theilen enthält das Graaf'sche Bläschen noch eine helle Flüssigkeit, liquor folliculi.

Das ovulum ist von einer Zellenmembran umgeben, zona oder zona pellucida oder chorion genannt. Um

diese zona erblickt man noch eine dichtere Körnermasse, discus proligerus.

micropyle. An Eiern von vielen Thieren hat man eine Oeffnung in der Eihaut gefunden, micropyle, welche dazu bestimmt ist, bei der Befruchtung Samenfäden einzulassen.

§. 4. Menstruation.

Menstruation.
Brunst.

Die Befruchtung kann bei Menschen und Thieren nur stattfinden zu einer gewissen Zeit, in welcher der Eierstock ein oder mehrere Eier abstösst. Man nennt diese Zeit bei Menschen die Menstruation, bei Thieren die Brunst.

Erscheinungen der
Menstruation.

Die Menstruation ist charakterisirt:

1) durch den Austritt eines Eichens aus dem Graaf'schen Bläschen;

2) durch Turgescenz in den innern Geschlechtstheilen, Gefässüberfüllung, Bersten kleinerer Gefässe im uterus und Ausfliessen von Blut aus den Geschlechtstheilen;

3) durch begleitende Erscheinungen im übrigen Körper.

corpus luteum.

Das ausgetretene Eichen kann in die Tuben und in den uterus gelangen; in dem betreffenden folliculus Graafianus entsteht eine Blutung und der Inhalt desselben wird fettig entartet. Man nennt ein so verändertes Bläschen corpus luteum. Es zeigt eine Narbe, einen kleinen Eindruck an der Stelle des Austritts, im Durchschnitt einen rothen, vom Blut herrührenden Kern; nach und nach erhält es eine gelbliche oder bräunliche Färbung, wird immer kleiner und endlich ganz unmerkbar.

Menstruationsblut.

Das Blut, welches bei der Menstruation entleert wird, ist weder in seinem mikroskopischen, noch auch in seinem chemischen Verhalten vom gewöhnlichen Blute

unterschieden, nur hat es oft seine Gerinnungsfähigkeit verloren, was wahrscheinlich von der alkalischen Beschaffenheit der Schleimhaut des uterus und der Scheide herrührt. Sehr häufig jedoch ist auch Menstruationsblut geronnen. Es ist am ersten Tage gewöhnlich heller und mit mehr Schleim vermischt, und ebenso, wenn der Blutfluss aufhört. Er dauert in der Regel 3—4 Tage, manchmal jedoch länger, selten kürzer. Seine Entleerung ist häufig mit Schmerzen im Kreuze und der Uterusgegend verbunden.

Von den übrigen Körpererscheinungen sind besonders erhöhte Nervenreizbarkeit, Venenanschwellung, Appetitlosigkeit und Verstopfung zu bemerken. Begleitende Erscheinungen der Menstruation.

Die Menstruation tritt bei dem Menschen gewöhnlich im gemässigten Klima gegen das 16. Jahr hin ein und dauert bis gegen das 50. Sie wiederholt sich in der Regel nach 27—28 Tagen, hört während der Schwangerschaft auf, sowie auch bei den meisten Krankheiten des Eierstocks.

§. 5. Befruchtung.

Während der Begattung führt die durch Erection verlängerte Harnröhre den Samen in die Scheide; wahrscheinlich wird derselbe theils durch die Bewegung der Samenfäden selbst, theils durch die Bewegungen des uterus in diesen und sodann in die Tuben geführt; man findet ihn bei Thieren nach dem coitus am Ende der Tuben noch in Bewegung. Die Flimmerbewegung der Tuben trägt nichts zur Weiterbeförderung des Samens bei, da dieselbe gegen den uterus gerichtet ist. Ueberführung des Samens in den uterus u. die Tuben.

Aus Beobachtungen an Thiereiern hat man erfahren, dass die Samenfäden, welche sich um das Ei herumbewegen, sich demselben ganz nähern und dass gewöhnlich nur ein Samenfaden mit dem Kopfe in das Eindringen des Samens in das Ei.

Ei selbst eindringt und mit dem Inhalt desselben sich vermischt. Diese Verbindung ist das Wesentlichste der Befruchtung, und von diesem Moment beginnt die Entwicklung des Eies zum Embryo. Die Befruchtung kann am Eierstocke, in den Tuben oder im uterus erfolgen; dies ist von der Stelle abhängig, wo Samen und Ei sich treffen.

§. 6. Schwangerschaft.

Dauer der Schwangerschaft.

Schwangerschaft, graviditas, ist der Zustand im weiblichen Körper, welcher durch die Befruchtung entstanden ist und bis zur Geburt anhält. In den meisten Fällen dauert die Schwangerschaft 40 Wochen; in dieser Zeit erfolgt bei 26,68 % die Geburt, in der 41. Woche bei 22,06 %, in der 39. Woche bei 15,45 %, in der 42. Woche bei 12,94 %, in der 38. Woche bei 9,51 %, in allen übrigen Wochen noch weniger.

Veränderungen während der Schwangerschaft.

Während der Schwangerschaft treten Veränderungen im weiblichen Körper ein, welche auf einen grössern Stoffwechsel schliessen lassen, besonders aber Veränderungen im uterus.

Osteophyten.

An der Innenfläche der Schädelknochen bilden sich häufig Osteophyten (Knochengeschwülste); das spezifische Gewicht des Blutes ist geringer, das Blut hat die Neigung zur Bildung eines Speckhaut, die weissen Blutkügelchen vermehren sich.

Blutveränderungen.

Zunahme des uterus.

Veränderungen des uterus während der Schwangerschaft. Bis zum 9. Schwangerschaftsmonate nimmt der uterus bedeutend an Volumen zu. Diese Zunahme hat ihren Grund:

- 1) in der Zunahme der Gefässe;
- 2) in der Neubildung von Bindegewebe;
- 3) in dem Wachsthum und der Neubildung von Muskelfasern;
- 4) in der Verdickung der Schleimhaut.

Ob auch neue Nervenfasern im uterus sich bilden, ist bis jetzt nicht vollständig entschieden.

Membranae deciduae. Der nicht schwangere uterus enthält eine Schleimhaut, welche mit zahlreichen schlauchförmigen Drüsen, *glandulae utricales*, versehen ist. Die Grundlage der Schleimhaut besteht aus Bindegewebe und elastischem Gewebe, die Oberhaut ist bis zum cervix ein Flimmerepithel, von da bis zum Muttermund pflasterförmiges Epithel.

Bei dem Eintritte der Schwangerschaft nimmt die Schleimhaut beträchtlich an Masse zu und zwar dadurch, dass die *glandulae utricales* mächtig wachsen, das zwischen ihnen liegende Bindegewebe sich sehr stark vermehrt. Die Oberfläche der Schleimhaut zeigt in grosser Menge die Oeffnungen der Utricaldrüsen und ist dadurch wie siebförmig durchbrochen; reichliche Blutgefässe durchziehen das ganze Gewebe.

Der grösste Theil der Schleimhaut löst sich allmählig von der darunter liegenden Muskelhaut ab, und nach der Geburt bildet sich von neuem eine Schleimhaut; deshalb nennt man die Schleimhaut des uterus in der Schwangerschaft *decidua* oder *decidua vera* oder *decidua Hunteri*.

An der Stelle des *orificium uteri* wird die Oeffnung durch einen Schleimpfropf verschlossen. Die *decidua* bildet aber, wenn der Embryo in den uterus gelangt ist, jederseits eine Falte in die Höhle des uterus hinein. Die beiden gegen einander sehenden Enden der Falten verwachsen mit einander durch eine Zwischenmembran; diese Falte mit der Zwischenmembran zusammen wird *membrana decidua reflexa* genannt. Dadurch ist die Höhle des uterus in zwei Abtheilungen getheilt, eine vordere und eine hintere; die Scheidewand wird eben durch die *reflexa* gebildet. In der hintern Abtheilung liegt der Embryo, sowie auch

hier selbstverständlich die Mündungen der Tuben sich befinden.

Wenn man also die Leiche einer etwa im 4. Monate der Schwangerschaft verstorbenen Frau untersucht, so wird man am uterus, um an den Embryo zu gelangen, zuerst die vordere Muskelwand des uterus zu durchschneiden haben, dann die Schleimhaut der Vorderfläche; dann befindet man sich in einem Raume, in dem der Embryo noch nicht vorhanden ist. Sodann hat man die reflexa zu durchschneiden und ist dadurch in der vom Ei ganz ausgefüllten Höhle. Hat man aus dieser Höhle den Embryo herausgeholt, so gelangt man an die Hinterwand der decidua vera und endlich an die Hinterwand der Muskelhaut.

chorion. de-
cidua serotina
placenta.

Die Höhle, in der der Embryo liegt, wird vollständig von der Hülle ausgekleidet, welche den Embryo umgibt, nämlich dem chorion; an der Hinterwand dieser Höhle ist das chorion mit der decidua sehr eng verbunden, und diese Verbindung bildet die placenta, welche zum Theil von dem chorion, zum Theil von der decidua ausgeht. Den Theil der decidua, welcher zur placenta verwendet wird, nennt man decidua serotina.

§. 7. Placenta.

Zotten des
chorion.

Die Eihülle, welche man nach der Befruchtung chorion nennt, erhält alsbald nach dem Beginne der Entwicklung fadenförmige Fortsätze auf ihrer äussern Oberfläche, welche man Zotten, villi, nennt. Diese gehen in Zweige aus und sind an einer Stelle des chorion besonders stark entwickelt; man nennt diese Stelle chorion villosus, während sie an den übrigen Stellen nur sparsam vorhanden sind; man nennt diesen Theil chorion laeve. Innerhalb des Eies haben sich in dem Embryo Gefässe entwickelt, welche das chorion durchbrechen, auf den Zotten sich vertheilen, hier Ge-

fässbogen bilden und wiederum zum Embryo zurückgehen. Diese Gefässentwicklung findet aber nur auf dem chorion, villosum statt. Dieses legt sich an den Theil der decidua, welcher decidua serotina heisst. Hier wachsen die glandulae utricales besonders stark, hier ist die Menge der Blutgefässe ausserordentlich gross, und das Bindegewebe bildet einen kuchenartigen runden Boden für die Drüsen und die Gefässe. Die Gefässe der mütterlichen placenta stammen aus der arteria uterina, deren Zweige, ohne Capillargefässe zu bilden, in der placenta in Venen übergehen. Die Venenhäute sind überaus dünnwandig, und wahrscheinlich bestehen eigentliche Gefässwandungen gar nicht, sondern werden nur von umliegendem Bindegewebe gebildet. Die Gefässbogen von mütterlicher und kindlicher Seite liegen dicht an einander, ohne dass jedoch ein Uebergang des mütterlichen und kindlichen Blutes auf eine andere Weise stattfindet, als durch die Wandungen der Gefässe mittels Diffusion.

Zweites Kapitel.

Entwicklung des Embryo aus dem Ei.

§. 8. Abschnürung des Embryo aus dem Ei.

Von den zwei Theilen, welche das Ei ausmachen, nämlich der Hülle (zona oder chorion) und dem Inhalte (vitellus) dient jene zur Verbindung mit dem uterus, während der Inhalt den Stoff zur Bildung des Embryo gibt.

Nicht der ganze Dotter, sondern nur ein Theil Nabelblase. desselben wird zum Embryo umgewandelt; aus dem

übrigen Theil entsteht die Keim- oder Nabelblase. Im Dotter ist, wie aus Untersuchungen von Thieren hervorgeht, bald nach der Befruchtung weder Keimbläschen noch Keimfleck zu erkennen. Die Dotterkörnchen ballen sich vielmehr zu zwei Kugeln; diese theilen sich fort und fort. Man nennt diesen Theilungsvorgang den

Furchung. Furchungsprocess.

Wenn die Furchung so weit vorgeschritten ist, dass sehr zahlreiche Furchungskugeln vorhanden sind, so entstehen aus denselben zierliche Zellen mit Kernen und Kernkörperchen. Diese legen sich dicht an einander und bilden eine Membran, welche als Bläschen den verflüssigten Dotter in sich schliesst und nach Aussen an das chorion grenzt. Man nennt dieses Bläs-

Keimblase. chen Keimblase. Aus ihr schnürt sich ein Theil als Embryonalfleck von dem übrigen ab. In diesem Flecke entwickeln sich die verschiedenen Theile des embryonalen Körpers und einige ihn umschliessende Organe. Die Verbindung zwischen dem Embryo und der übrigen Keimblase heisst ductus vitello-intestinalis oder ductus omphalo-mesaraicus und die übrige Keimblase vesicula umbilicalis.

ductus vitello-intestinalis.

Die letztere hat bei dem Embryo der Säugethiere und der Menschen wenig Bedeutung und verschrumpft, sodass sie in spätern Monaten der Schwangerschaft schwer und oft gar nicht aufzufinden ist; hingegen bei Vögeln bleibt die Nabelblase, welche hier Dottersack heisst, während des ganzen Embryolebens deutlich und enthält den Dotter, der zur Nahrung des jungen Vogels dient.

Der ductus omphalo-mesaraicus ist nicht solid, sondern hohl und hängt im frühesten Embryonalzustande, sobald sich der Darm gebildet hat, ununterbrochen mit diesem zusammen. Da er nun den Stiel zum Nabelbläschen bildet, so kann man bei jungen Embryonen von dem Nabelbläschen eine Borste durch den ductus in den

Darm führen. Auf dem ductus und auf dem Nabelbläschen laufen im Anfang auch Gefässe, vasa omphalo-mesaraica, welche nicht mit den vasa umbilicalia verwechselt werden dürfen. Sie verschwinden mit dem Kleinerwerden des Nabelbläschens in der 7. Woche.

§. 9. Von den Theilen, welche den Embryo umhüllen.

Während das chorion den Embryo, den ductus intestinalis und das Nabelbläschen einschliesst, bilden sich aus dem für die Entstehung des Embryo bestimmten Theil der Keimblase und aus dem Embryo selbst noch zwei Hüllen, von denen die eine das amnion, die andere die allantois ist. Beide liegen an der innern Fläche des chorion an, allein mit der Verschiedenheit, dass das amnion während der ganzen Entwicklungsperiode leicht trennbar bleibt, während die allantois mit dem chorion bei dem Menschen vollständig verwächst.

amnion,
allantois.

§. 10. Die Höfe des Embryonalflecks.

In dem Embryonalflecke unterscheidet man alsbald drei Räume, von denen der innerste, area pellucida, anfangs den geringsten Durchmesser hat, durchsichtig erscheint und in seiner Achse das erste Rudiment des Embryo zeigt. Die area pellucida wird von einem zweiten ovalen Hofe, der area vasculosa, umgeben; in ihm entstehen Gefässe und seine Grenze ist durch ein Randgefäss, vena terminalis, bezeichnet; jenseit der area vasculosa geht der Embryonalfleck in die area vitellina über, ohne bestimmte Begrenzung.

area pelluci-
da, vasculo-
sa, vitellina.

§. 11. Die Schichten des Embryo.

Drei Blätter
des Embryo.

Wenn man einen jungen Embryo, am besten von einem Vogel am ersten Tage der Bebrütung, in Spiritus oder Chromsäure erhärtet und dann einen so feinen Querschnitt macht, dass man ihn unter dem Mikroskope beobachten kann, so unterscheidet man an demselben drei verschiedene Schichten oder Blätter, welche man früherhin das animale (obere), vasculöse (mittlere) und vegetative (untere) Blatt genannt hat (s. §. 15).

Oberes Blatt.

Mittleres
Blatt.

Aus dem obern Blatte entstehen das Centralnervensystem und die Epidermoidalgebilde, aus dem mittlern die Knochen, Muskeln, Gefässe und Geschlechtsorgane, aus dem untern das Darmepithel und die Darmdrüsen.

Unteres Blatt.

§. 12. Blutcirculation durch die Nabelblase und die allantois.

Nabelblasen-
und Nabel-
gefäß-
Kreislauf.

Man unterscheidet einen doppelten Blutkreislauf im Embryo und nennt den ersten Nabelblasenblutkreislauf und den zweiten den Allantois- oder Nabelblutkreislauf. Jener wird durch die vasa omphalo-mesaraica, dieser durch die vasa umbilicalia ausgeführt.

Der erstere dauert bei dem Menschen und den Säugethieren nur sehr kurze Zeit, und schon in der 7. Woche sind die Gefässe verschwunden. Er findet statt zwischen der area vasculosa und dem Embryo.

allantois.

Der wichtigste Kreislauf wird durch die allantois vermittelt. Wenn sich nämlich der Darmkanal des Embryo gebildet hat, so entsteht an demjenigen Theile, welcher dem spätern Mastdarm entspricht, ein kleines Bläschen mit einem Stiele. Das Bläschen heisst allan-

tois, der Stiel urachus. Beide wachsen, und während die Bauchdecken des Embryo sich noch nicht geschlossen haben, so verlassen sie den Bauch des Embryo und liegen ausserhalb desselben. Die allantois verwächst nach und nach mit dem chorion vollständig. Auf dem urachus verlaufen zwei Arterien, a. umbilicales oder allantoidis, Aeste der a. hypogastrica, und gehen mit dem urachus an der offen gebliebenen Stelle der Bauchdecken, nämlich am Nabel, aus der Embryonalöffnung heraus. Die Arterien verlaufen in der allantois, durchbohren das chorion und verzweigen sich in den Zotten desselben, kommen in der placenta in Berührung mit den mütterlichen Gefässen, ohne in sie überzugehen, laufen vielmehr als Venen auf den Zotten zurück und vereinigen sich zu einer Vene, v. umbilicalis, welche neben dem urachus und den a. umbilicales in dem Nabelstrange bis zum Nabel hingeht, hier den urachus verlässt und die Leber des Embryo erreicht.

In der placenta erhält das Embryonalblut durch Diffusion Sauerstoff und Blutplasma aus den mütterlichen Gefässen. Das damit imprägnirte Blut der vena umbilicalis strömt zunächst in die Leber, indem ein starker Zweig der v. umbilicalis mit der v. portarum sich vereinigt. Der Endast der v. umbilicalis, der ductus venosus Arantii, mündet in die v. cava inferior. Diese führt also wesentliche Elemente des mütterlichen Blutes in die rechte Vorkammer. Hier sind durch die Anlage der valvula Eustachii und des tuberculum Loweri solche Vorrichtungen getroffen, dass der Inhalt der vena cava inferior nicht, wie nach der Geburt, aus der rechten Vorkammer in die rechte Herzkammer gelangt, sondern durch die der Venenmündung gegenüber liegende Oeffnung, foramen ovale, welches erst nach der Geburt sich verschliesst, in die

linke Vorkammer, die linke Herzkammer, die aorta und die ersten von ihr abgehenden Aeste, die coronariae, carotides und subclaviae fliesst, also Herz, Gehirn und Rückenmark versorgt. Nachdem die genannten Zweige abgegeben sind, besteht im embryonalen Körper eine Communication der absteigenden aorta mit der a. pulmonalis, welche ihren Blutvorrath grösstentheils aus der v. cava superior bezieht. Mithin mischt sich in der aorta descendens Blut, welches mütterlichen Zufluss erhalten hat, mit reinem kindlichen Blute, und die Unterleibsorgane empfangen daher weniger ernährendes Blut. Nach der Geburt verschliessen sich die v. umbilicalis, der d. venosus, der d. arteriosus, das foramen ovale.

§. 13. Amnion.

amnion.

Der ganze Embryo ist mit einer Membran umhüllt, dem amnion, und zwischen demselben und dem Embryo findet sich der liquor amnii. Das amnion entsteht aus dem sogenannten Hornblatte und den Seitenplatten des Embryo (s. §. 15), welche sich über diesen herumschlagen. Man beobachtet dasselbe am besten bei einem ungefähr 36 Stunden bebrüteten Hühnchen. Es bedeckt zuerst nur den Kopftheil des Embryo und wird Kopfkappe genannt. Dann schlägt es sich um den Schwanztheil als Schwanzkappe und umwächst zuletzt den ganzen Embryo, jedoch so, dass es an der Stelle des Nabels diesen freilässt, der also zwischen den Amnionfalten liegt. An dieser Stelle verbindet es sich wieder mit der Oberhaut des Embryo.

Das amnion selbst hat eine Oberhaut und enthält glatte Muskelfasern, woher es kommt, dass man bei mechanischer Reizung desselben oft Bewegungen an bebrüteten Hühnereiern bemerkt. Zwischen amnion und liquor amnii. Embryo ist eine Flüssigkeit, liquor amnii, in wel-

cher 97—99 % Wasser und ausserdem Eiweiss, Extractivstoffe, Harnstoff, Allantoin, Kochsalz, milchsaurer Natron, schwefelsaurer und phosphorsaurer Kalk enthalten sind. Zuweilen fand sich in demselben auch Traubenzucker.

§. 14. Nabelstrang.

Aus dem Nabel des Embryo treten:

- 1) Gefässe, zwei arteriae umbilicales, welche von Rechts nach Links um die eine vena umbilicalis gewunden sind;
- 2) der urachus;
- 3) eine bindegewebige Masse, die Wharton'sche Sulze genannt;
- 4) Lymphgefässe.

Alle diese Theile bilden den Nabelstrang, funiculus umbilicalis, welcher die Verbindung zwischen placenta und Embryo ausmacht. Er hat meistens eine Länge von 20".

Der urachus lässt sich bei neugeborenen Kindern nur eine kleine Strecke hin im Nabelstrang verfolgen.

§. 15. Blätter der Keimhaut.

In der Keimhaut unterscheidet man drei Blätter; man benannte früher das obere animales oder seröses, das mittlere Gefässblatt, das untere vegetatives oder Schleimblatt. Animales, vasculöses, vegetatives Blatt.

Nach neuern Untersuchungen nennt man das obere das sensorielle, das mittlere das motorisch-germinative, das untere das Darmdrüsenblatt.

Die erste Veränderung am Keimblatt, die man wahrnimmt, ist ein Längsstreifen, Primitivstreifen oder Achsenplatte genannt. Zunächst bildet sich eine

Primitivstreifen.

Reihe von Wirbelkörpern, von denen ein jeder aus zwei Hälften besteht; zwischen beiden Hälften liegt ein nach Oben und Unten verdickter Faden, *chorda dorsalis*.

chorda dorsalis.

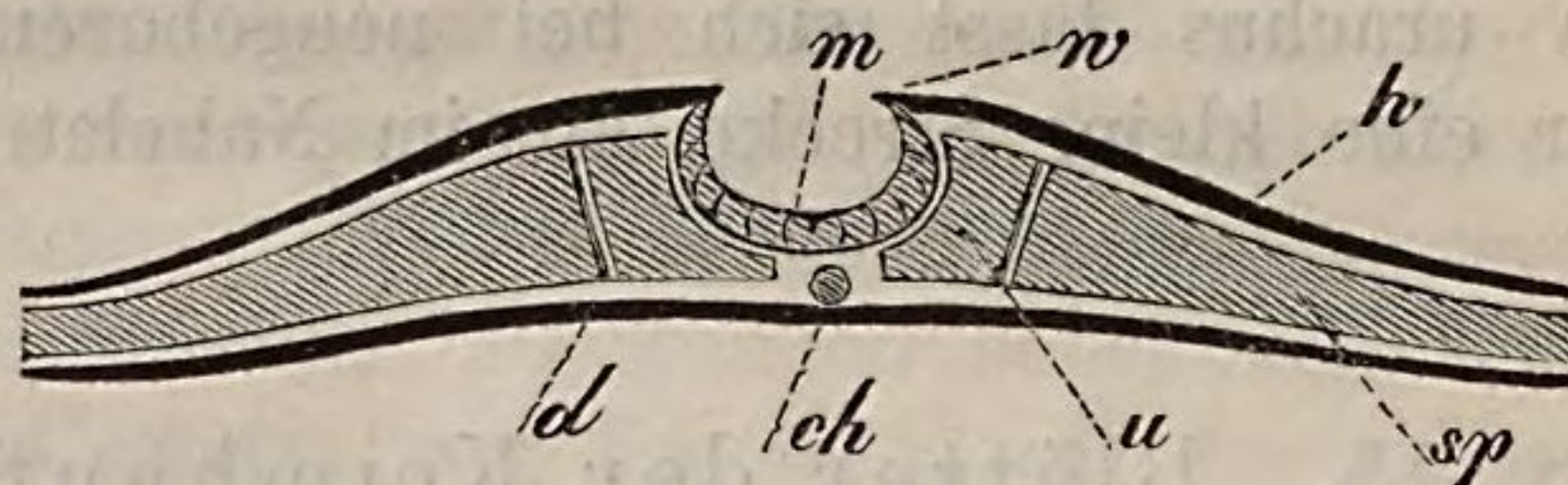
An dem sensoriellen Blatte unterscheidet man einen centralen Theil (Medullarplatten), woraus Rückenmark, Gehirn, das innere Sehorgan, Hör- und Riechorgane entstehen, und einen peripherischen Theil, das Hornblatt, aus welchem das Epithel hervorgeht.

An dem motorisch germinativen Blatte unterscheidet man gleichfalls

a) einen centralen Theil, aus welchem die *chorda*, die Urwirbel, Muskeln und peripherischen Nerven hervorgehen, Urwirbelplatten genannt, und

b) einen peripherischen Theil, die Seitenplatten, woraus die Leibeshöhlen und die Faserplatten des Darmkanals gebildet werden.

Aus dem Darmdrüsenblatt entstehen das Darmepithel und die Nebendrüsen des Darms.



Querschnitt durch den Rumpf eines Hühnerembryo vom Ende des ersten Tages, etwa 15 mal vergrößert, nach Remak. *ch* *chorda*, *d* Darmdrüsenblatt, *u* Urwirbel, *sp* Seitenplatten, *m* Medullarplatte, *w* Medullarwulst, *h* Hornblatt.

Die Medullarplatten und Urwirbelplatten schliessen sich zu einem hintern Rohre zusammen; die Seitenplatten wachsen gegen den Bauch hin und bilden ein vorderes Rohr.

§. 16. Nervensystem.

Aus den Medullarplatten buchten sich am Kopfende drei Blasen.

a) Die vorderste Blase zerfällt wiederum in zwei Blasen: Vorderhirn (Hemisphären) und Zwischenhirn (Sehhügel). Drei Gehirnblasen.

b) Die mittlere Blase (Vierhügel).

c) Die hintere Blase zerfällt in zwei Abtheilungen, das Hinterhirn (kleines Gehirn) und Nachhirn (verlängertes Mark).

Zwischen Hinterhirn und Nachhirn und zwischen Mittelhirn und Zwischenhirn entstehen Krümmungen.

Der zwischen den Medullarplatten befindliche Kanal verengt sich allmählig; die Reste davon sind der Rückenmarkskanal, der sinus rhomboidalis, die Gehirnentrikel, der aquaeductus Sylvii. Die Windungen sind erst im siebenten Monate deutlich vorhanden, im dritten Monat entsteht das corpus callosum, chiasma, corpus striatum. Das Vorderhirn überwächst das Zwischenhirn im fünften Monate, auch die Vierhügel und das kleine Gehirn. Rückenmarkskanal. Ventrikel.

§. 17. Auge.

Die erste Anlage beider Augen bilden zwei Ausstülpungen neben der ersten Gehirnblase, von der sie sich durch einen Stiel (n. opticus) abschnüren. Augenblasen.

Von der Haut aus entsteht eine Einstülpung, aus welcher Linse und Linsenkapsel hervorgehen; hierdurch legt sich der vordere convexe Theil der frühern Augenblasen, indem er concav wird, an den hintern Theil an. Von diesen also entstandenen, die Linse umgebenden concentrischen Membranen wird die vordere zur retina; ob aus der hintern chorioidea oder Linse. retina.

Stäbchenschicht entsteht, ist noch nicht ausgemacht. Auch der Glaskörper, die sclerotica und cornea, nach Einigen auch die chorioidea, haben ihren Ausgangspunkt von der Haut.

chorioidea.

In der vierten Woche enthält die chorioidea Pigment, welches nur an einer kleinen Stelle der untern innern Seite fehlt (Chorioidalspalte).

iris. Augen-
lider.

Im dritten Monat bilden sich die iris und die Augenlider, welche bis zum zehnten Monate mit einander verklebt sind.

Pupillar-
membran.

Dicht um die Linse liegt eine gefässhaltige Hülle (membrana capsulo-pupillaris), deren vorderer Theil, membrana pupillaris, die Pupille bis zur Zeit der Geburt verschliesst.

§. 18. Gehörorgan.

Gehörnerv.

Das innere Ohr entsteht nicht, wie das Auge, als Ausstülpung einer Gehirnblase, sondern der Gehörnerv entwickelt sich selbständig und tritt in Verbindung mit dem Nachhirn.

Ohrbläschen.

An der Bildung des Gehörorgans nehmen verschiedene Elemente Theil. Das Hornblatt stülpt sich in der Höhe des zweiten Kiemenbogens (s. §. 19) ein und bildet das Ohrbläschen, welches die Anlage des Labyrinths ausmacht. Das mittlere Keimblatt bildet die knorpligen und häutigen Umhüllungen des Labyrinths. Das mittlere und äussere Ohr entstehen aus dem Kiemenbogen. Die erste Kiemenspalte wandelt sich um in die Paukenhöhle, tuba Eustachii, äussern Gehörgang. Aus dem ersten und zweiten Kiemenbogen entstehen die Gehörknöchelchen.

§. 19. Kiemenbogen und Kiemen-
spalten.

Am Halse des Embryo entstehen vier Spalten, ^{Kiemenbogen oder Visceral-} welche nach Einigen von Aussen nach Innen, nach ^{bogen.} Andern vom Schlunde aus sich bilden, Kiemen- oder Visceralspalten. Zwischen ihnen verdickt sich die Masse, und dadurch kommen die vier Kiemen- oder Visceralbogen zu Stande. Der erste liegt zwischen Mundöffnung und erster Spalte, der zweite, dritte, vierte zwischen erster und vierter Spalte. Am ersten Kiemenbogen findet sich noch ein kleiner Höcker, der Oberkieferfortsatz.



Menschlicher Embryo von 3—4 Wochen im Ei. Man sieht das zottige chorion, am Embryo selbst das Nabelbläschen; hinter dem Kopfe die drei Striche bedeuten die Visceralbogen. Das Herz steht hervor und dahinter ist die Leber sichtbar.

Aus dem ersten Kiemenbogen bilden sich Ambos, Hammer und Merkel'scher Fortsatz. Auf diesen lagert sich der Unterkiefer auf. Aus dem Oberkieferfortsatz bilden sich: Oberkiefer, lamina interna proc. pteryg. und Gaumenbein.

Aus dem zweiten Bogen selbst entstehen Steigbügel, die proc. styloidei, die ligamenta stylohyoidea und die kleinen Hörner des Zungenbeins.

Aus dem dritten Kiemenbogen bilden sich der Körper und die grossen Hörner des Zungenbeins.

Von den vier Spalten bleibt nur noch die erste, aus welcher äusserer Gehörgang und Paukenhöhle entstehen.

§. 20. Knochensystem.

Knorplig
präformirte
Knochen.

Die grösste Anzahl der Knochen des Körpers war anfangs knorplig, nur folgende Knochen bestehen, bevor sie verknöchern, lediglich aus Bindegewebe:

Die squama des Schläfenbeins, das Scheitel- und Stirnbein, der obere Theil der squama des Hinterhauptbeins, die lamina externa processus pterygoidei, alle Gesichtsknochen mit Ausnahme der untern Muschel und das Schlüsselbein.

Unter allen Knochen verknöchert zuerst das Schlüsselbein (7.—8. Woche); hingegen erst nach der Geburt die Epiphysen der Röhrenknochen, die kleinen Knochen der Fusswurzel, die Handwurzelknochen, die basis scapulae, das acromion, der processus coracoideus.

Bei der Verknöcherung der Theile, welche vorher knorplig waren, geht der Process so vor sich, dass die Knorpelzellen sich vermehren, in Reihen an einander rücken, zwischen ihnen Lücken entstehen, und dass sie nach und nach aufgesogen werden, während an ihrer Stelle sternförmige Zellen, Bindegewebs- oder Knochenkörperchen sich bilden. Die Lücken in dem Gewebe werden Markkanäle, zwischen den Knochenkörperchen lagert sich die erdige Substanz ab.

§. 21. Darmkanal.

Entwicklung
des Darm-
rohrs.

Die wesentlichen Theile des ursprünglichen Darmkanals werden vom Darmdrüsenblatt oder dem untersten Keimblatt und einem Theile des mittlern Keimblattes, der sogenannten Darmfaserplatte, gebildet.

Der Darm, anfangs eine Halbrinne, wird alsbald zu einem vorn und hinten geschlossenen Kanal, welcher nur an der Stelle, an welcher er mit der Nabel-

blase zusammenstösst, geöffnet ist. Der Nabelblasengang führt direct in den Darm.

An dem vordern Ende entsteht durch eine Einstülpung des Hornblattes eine Grube, welche durchbricht und die Mundhöhle bildet; sie liegt neben dem vordersten Kiemenbogen.

An dem Ober- und Unterkiefer entstehen die Zahnkeime und zwar in der Art, dass aus den untersten Lagen des Epithels zusammenhängende Fortsätze sich in die Schleimhaut hineinbegeben. Aus diesen Epithelfortsätzen entstehen die Schmelzorgane der einzelnen Zähne und der Schmelz; durch eine Wucherung der Schleimhaut selbst bilden sich die Zahnpapillen, welche den Schmelzorganen entgegenwachsen. Auf der Oberfläche der Papillen lagert sich das Elfenbein, auf der Oberfläche der Schmelzorgane der Schmelz ab. Jeder Zahn wird von einem Zahnsäckchen vollständig bis nach der Geburt eingehüllt.

Der Darmkanal selbst wächst einmal dadurch, dass er an verschiedenen Stellen sich erweitert, zweitens dadurch, dass er viele Schlingen bildet, drittens endlich dadurch, dass aus dem Darmdrüsenblatt verschiedene Organe, namentlich Leber, Lungen und pancreas hervorgehen. Der grösste Theil des Darmkanals ist durch das Bauchfell an die Wirbelsäule geheftet, ausgenommen davon sind der Schlund und die Speiseröhre, der hinter dem Magen liegende Darmtheil, nämlich der grösste Theil des duodenum und der Endtheil des Mastdarms.

Zu den Erweiterungen des Darmkanals gehören der Magen und der Dickdarm; der Dünndarm wächst der Länge nach und bildet Schlingen.

Dadurch, dass die Anheftung des Magens an die Wirbelsäule durch das sogenannte mesogastrium

seine Lage verändert, entsteht das grosse Netz und das Winslow'sche Loch, der Magen dreht sich nach Rechts, wodurch seine rechte Fläche zur hintern wird; der seröse Ueberzug des Magens zieht sich so aus, dass nach Links ein Beutel, der *saccus epiploicus*, sich bildet.

§. 22. Harn- und Geschlechtswerkzeuge.

Wolff'sche
Körper.

Schon sehr früh bilden sich unter dem Hornblatt, neben der Urwirbelplatte, zwischen ihr und den Seitenplatten, zuerst die Ausführungsgänge, dann die Körper der Urnieren oder die Wolff'schen Körper. Sie reichen von dem Herzen bis zum Ende des Leibes, vergehen aber schon gegen die achte Woche hin, sodass später nur noch Rudimente derselben bleiben. Sie bestehen aus Quergängen, enthalten wie die Nieren *glomeruli* und bereiten eine Harnsäure enthaltende Flüssigkeit. Ihre Ausführungsgänge, welche an ihrer äussern vordern Seite liegen, münden an dem Anfangstheil des *urachus*, da, wo dieser neben dem Mastdarm hervorkommt.

Nieren und
Ureteren.

Der Anfangstheil des *urachus* dehnt sich aus und wird zur Blase. Aus der Blase (oder aus dem Mastdarm, was nicht feststeht) stülpen sich die Ureteren und die Nieren, ähnlich wie aus dem obern Theil des Darmkanals die Lungen. Mit ihrer Entwicklung verlieren die Wolff'schen Körper ihre Bedeutung.

Hoden und
Eierstöcke.

An der innern Seite der Wolff'schen Körper entstehen ungefähr in der sechsten Woche die Geschlechtsdrüsen, Hoden oder Eierstöcke, und neben den Ausführungsgängen der Wolff'schen Körper die sogenannten Müller'schen Gänge.

Beim weiblichen Geschlechte entstehen aus den

Müller'schen Gängen die Tuben und der uterus, bei den männlichen die vesicula prostatica oder utriculus. Aus dem Reste der Wolff'schen Körper entstehen bei dem männlichen Geschlechte die coni vasculosi oder der Kopf des Nebenhodens, aus den Ausführungsgängen der Wolff'schen Körper die Körper des Nebenhodens und die Samenleiter; beim weiblichen Geschlechte bleibt der Nebeneierstock rudimentär.

Tuben und uterus.

Nebenhoden.

Gegen Ende der Schwangerschaft steigen die Hoden durch den Leistenkanal in den Hodensack, descensus testiculorum. In der Bauchhöhle ist jeder Hode vom Bauchfell umgeben und mit einem mesorchium versehen. Bis an das untere Ende des Hodens reicht ein Streifen, welcher von der inneren Fläche des Hodensackes ausgeht, das gubernaculum Hunteri. Wenn der Hoden herabsteigt, nimmt er nicht nur einen Theil des Bauchfells mit sich, woraus die tunica vaginalis propria entsteht, sondern auch die fascia transversa und einen Muskelstreifen von dem m. obliquus internus, den cremaster. Beides bildet die tunica vaginalis communis.

descensus testiculorum.

Die äussern Geschlechts- und Harnwerkzeuge sind Fortsetzungen der äussern Haut; beim männlichen Geschlechte verwächst die urethra mit dem penis, die beiden Scrotalhälften vereinigen sich; beim weiblichen Geschlechte bleibt die urethra von der clitoris gesondert, die labia majora sind analog den beiden Hälften des scrotum.

Äussere Geschlechts- und Harnwerkzeuge.

§. 23. Geburt und Wochenbett.

In der Mehrzahl der Fälle dauert die Schwangerschaft zwischen 266 und 300 Tagen, die Geburt erfolgt meist am Ende der 40. Woche. Die Ursache der Zusammenziehung des uterus, von welcher die Geburt abhängt, ist unbekannt; in den letzten Monaten nimmt

Zeit des Eintritts der Geburt.

die Masse des uterus nicht mehr zu, das Organ wird daher mehr ausgedehnt. Die Wehen beginnen vom fundus uteri, und die Austreibung des Kindes wird zwar wesentlich durch die Contraction des uterus bewirkt, durch die Bauchpresse aber sehr unterstützt.

Nach der Geburt treten drei Secretionen ein:

Lochien.

1) ein Ausfluss aus dem uterus: die Lochien, 3—4 Wochen dauernd, erst blutig, dann schleimig;

Hautsecretion.

2) vermehrte Hautsecretion;

Milch.

3) Secretionen der Brustdrüsen oder Milchsecretion. Sie besteht darin, dass der Inhalt der Zellen der Milchdrüsengänge in Fett umgewandelt wird und die Zellen sich loslösen und entleert werden. Diese fetthaltigen Zellen zerplatzen und die Fettkügelchen erscheinen frei in der Flüssigkeit schwimmend. In den ersten Tagen nach der Geburt findet man auch unzerplatzte Zellen, die sogenannten Colostrumkörperchen.

colostrum.

Muttermilch.

Die Muttermilch enthält:

88,9 Wasser,

3,9 Casein mit Extractivstoffen,

2,6 Butter,

4,3 Milchzucker,

0,13 Salze.

Massreductionen.

Pariser Linien.	Millimeter.	Millimeter.	Pariser Linien.
1	2,256	1	0,443
2	4,512	2	0,887
3	6,767	3	1,330
4	9,023	4	1,773
		5	2,216
		6	2,660
		7	3,103
		8	3,546
		9	3,990
0,1	0,226		
0,2	0,451		
0,3	0,677		
0,4	0,902	0,1	0,044
0,5	1,128	0,2	0,088
0,6	1,353	0,3	0,132
0,7	1,579	0,4	0,176
0,8	1,805	0,5	0,220
0,9	2,030	0,6	0,264
		0,7	0,308
		0,8	0,352
		0,9	0,396
0,01	0,023		
0,02	0,045	0,01	0,004
0,03	0,068	0,02	0,009
0,04	0,090	0,03	0,013
0,05	0,113	0,04	0,018
0,06	0,135	0,05	0,022
0,07	0,158	0,06	0,027
0,08	0,180	0,07	0,031
0,09	0,203	0,08	0,035
		0,09	0,040

1 par. Fuss = 1 engl. F. 0,7892 Zoll.

1 engl. Fuss = 304,795 Millim.

1 engl. Zoll = 11,260 par. Linien = 11,654 preuss. Linien.

Gewichtsreductionen.

1 preuss. Pfund = 30 Loth = 500 Grammes.

1 Loth = 10 Quentchen = 100 Zent = 16,666 „

1 Quentchen = 10 Zent = 100 Korn = 1,666 „

1 Zent = 10 Korn = 0,166 „

1 Korn = 0,017 „

0,001 Grammes = 0,06 Korn

0,01 „ = 0,6 „

0,1 „ = 6,0 „

0,2 „ = 1 Zent 2 Korn

0,3 „ = 1 „ 8 „

0,4 „ = 2 „ 4 „

0,5 „ = 3 „ — „

0,6 „ = 3 „ 6 „

0,7 „ = 4 „ 2 „

0,8 „ = 4 „ 8 „

0,9 „ = 5 „ 4 „

1 „ = 6 „

2 „ = 1 Quentchen 2 Zent

3 „ = 1 „ 8 „

4 „ = 2 „ 4 „

5 „ = 3 „

6 „ = 3 „ 6 „

7 „ = 4 „ 2 „

8 „ = 4 „ 8 „

9 „ = 5 „ 4 „

10 „ = 6 „

20 „ = 1 Loth 2 Quentchen

100 „ = 1 Pfund

1 Kilogramm = 2 „

Preussisches Medicinalgewicht.

1 Gran = 0,06 Grammes.

10 „ = 0,609 „

1 Scrupel = 1,218 „

1 Drachme = 3,654 „

1 Unze = 29,232 „

Reagentien.

Stärke — Jod.

Traubenzucker — Kupferoxydsalz und Kali (Trommer'sche Probe).

Rhodankalium — salzsaures Eisenoxyd.

Eiweiss — Salpetersäure. Sublimat. Kochen.

Käsestoff — Lab. Essig.

Gallenfarbstoff — Salpetersäure.

Gallensäure — Schwefelsäure und Zucker (Pettenkofer'sche Probe).

Harnstoff — Salpetersäure.

(Titriren desselben durch salpetersaures Quecksilberoxyd.)

Harnsäure — Salpetersäure und Ammoniak (Murexidprobe).

Uebersicht über die Mittelgrößen der wichtigsten Elementartheile.

Samenfäden. Kopf	$\frac{1}{500}'''$
Schwanz	$\frac{1}{50}'''$
Ovulum	$\frac{1}{10} - \frac{1}{20}'''$
Keimbläschen	$\frac{1}{50}'''$
Keimfleck	$\frac{1}{350}'''$
Milchkügelchen	$\frac{1}{500} - \frac{1}{800}'''$
Colostrumkörperchen	$\frac{1}{100}'''$
Pflasterepithel der Mundhöhle	$\frac{1}{50} - \frac{1}{30}'''$
Speichelkörperchen	$\frac{1}{200}'''$
Epidermiszellen	$\frac{1}{100} - \frac{1}{63}'''$
Zellen des rete Malpighi	$\frac{1}{330} - \frac{1}{170}'''$
Pflasterepithelien der serösen Häute	$\frac{1}{100}'''$
Cylinderepithel	$\frac{1}{100}'''$
Flimmerepithel	$\frac{1}{60}'''$
Blutkörperchen	$\frac{1}{300} - \frac{1}{400}'''$
Lymphkörperchen	$\frac{1}{200}'''$ ($\frac{1}{400} - \frac{1}{180}'''$)
Leberzellen	$\frac{1}{140}'''$
Labzellen	$\frac{1}{150}'''$
Bindegewebsfasern	$\frac{1}{3300} - \frac{1}{2000}'''$
Elastische Fasern, die gröbern	$\frac{1}{125}'''$
die feinern	$\frac{1}{2000}'''$
Knochenkörperchen	$\frac{1}{160} - \frac{1}{70}'''$
Haversi'sche Kanäle	$\frac{1}{250} - \frac{1}{5}'''$
Quergestreifte Muskelfasern	$\frac{1}{250}$ (Herz) — $\frac{1}{40}'''$

Glatte Muskelfasern. Länge	$\frac{1}{100} - \frac{1}{25}'''$
„ „ „ am	
schwangeren Uterus	$\frac{1}{10} - \frac{1}{4}'''$
Glatte Muskelfasern. Breite	$\frac{1}{500} - \frac{1}{350}'''$
„ „ „ am	
schwangeren Uterus	$\frac{1}{250} - \frac{1}{170}'''$
Breite markhaltige Primitivnerven-	
fasern	$\frac{1}{130} - \frac{1}{400}'''$
Schmale Primitivnervenfaser	$\frac{1}{250} - \frac{1}{600}'''$
Centrale „ „	$\frac{1}{400} - \frac{1}{1000}'''$
Remak'sche Nervenfasern	$\frac{1}{400} - \frac{1}{700}'''$
Ganglien kugeln	$\frac{1}{120} - \frac{1}{500}'''$
Pacini'sche Körperchen	$\frac{1}{2} - \frac{3}{4}'''$
Samenkanälchen. Breite	$\frac{1}{8} - \frac{1}{15}'''$
Harnkanälchen, gewundene	$\frac{1}{60} - \frac{1}{40}'''$
„ „ gerade	$\frac{1}{60} - \frac{1}{20}'''$
Infundibula der Lunge	$\frac{1}{4} - \frac{3}{4}'''$
Alveoli	$\frac{1}{6} - \frac{1}{18}'''$
Labdrüsen. Länge	$\frac{1}{2} - 1'''$
Brunner'sche Drüsen	$\frac{1}{10} - 1\frac{1}{2}'''$
Lieberkühn'sche Drüsen	$\frac{1}{6} - 1'''$
Solitäre Drüsen	$\frac{1}{6} - 1'''$
Darmzotten	$\frac{1}{5} - \frac{1}{2}'''$

Register.

A.		Seite			Seite
Aberration, sphärische	217		Arterien, deren Contractilität		77
Abschnürung des Embryo	247		» » Elasticität		74
Absonderung	112. 203		Assimilation	89. 93	
Absterben der Nerven	171		Astasie		103
Accommodation	216		Athemnerven		202
Accommodationsphosphen	216		Athemzüge, Frequenz der-		
Achromasie	217		selben		11
Achsencylinder	151. 152		Atmosphäre, ihre Bestand-		
Adaption	216		theile		15
Aequator des Auges	223		Auge, Entwicklung		255
Aesthesodische Substanz	179		Augenmuskeln		223
Albumin	24		Aura seminalis		237
» im Blute	63		Ausgeathmete Luft, Bestand-		
» in der Lymphe	86		theile		16
Allantois	249. 250		Ausgathmete Luft, ihre Tem-		
Alveolen	5		peratur		19
Ammoniak, ausgeathmetes	19		B.		
Amnion	249. 252		Bauchathmen		10
Amputirte, Gefühl derselben	186		Bauchspeicheldrüse		50
Amygdalin	91		Befruchtung	237. 243	
Anaesthesia dolorosa	187		Bell'sches Gesetz		160
Anelectrotonus	168		Benzoësäure, Verwandlung		
Annuli fibrocartilaginei	71		in Hippursäure		96
Anode	165		Bestandtheile, chemische der		
Appositio	100		Muskeln		138
Area pellucida, vasculosa,			Bewegungen	134. 196	
vitellina	249		» elementare		132
Arterien, anatomische Be-			» Flimmer -		133
schaffenheit	78				

	Seite		Seite
Bewegungen Reflex-	187	Contractilität	139
» willkürliche	191	Convulsio	141
» Zwangs-	197	Cruor sanguinis	63
Bildpunkt	213	Crusta phlogistica	59
Biliphaein	46	Curare	92. 143
Blasenbewegungen	126		
Blätter des Embryo	250. 253	D.	
Blut	58	Daniell'sche Säule	164
Blutasche	65	Darmbewegungen, Einfluss	
Blutbestandtheile	62	der Nerven auf dieselben	201
Blutdruck	68. 87. 91	Darmkanal, Entwicklung	
» in der Leber	116	desselben	258
» in den Nieren	119	Darmsaft	51. 54
Blutgase	65	Darmzotten	52
Blutkuchen	58	Degeneration, fettige	97
Blutkügelchen	59. 60	Descensus testiculorum . . .	261
Blutwärme	110	Dickdarm	56
Blutzellen	60	Diffusion der Flüssigkeiten	113. 114
Brechende Medien	215	» » Gase	13. 113
Brechungsindex	215	Discs	136
Brennpunkt	215	Disdiaklasten	136
Brod, Bestandtheile	28	Doppelbilder	226
Brustathmen	10	Dotter	27
Brustwunden, Wirkung der-		Drehbewegungen	194
selben auf die Respiration	7	Drehungsachse des Muskels	223
Bulbus, seine Bewegungen . .	222	Druck des Blutes	68
Bunsen'sche Säule	164	Drucksinn	234
		Drüsen	112
C.		» Lieberkühn'sche	54
Capillargefäße	78	Ductus biliferi	43
Casein	24. 25	» vitello-intestinalis	248
Chemische Strahlen	219	» venosus Arantii	251
Cholalsäure	46	Dünndarm, Function des-	
Cholepyrrhin	46	selben	51
Cholestearin	47		
Chondrin	25	E.	
Chorda tympani	33	Eidotter	27
Chordae tendineae	73	Eier, Bestandtheile	28
Chorion	241	Einfachsehen	225
» villosum et laeve	246	Einfallsloth	215
Chylus	85	Eisen im Blute	64
Chymus	36	Eiweiss im Blute, s. Albumin.	
Coagulum sanguinis	58	Ekel	183
Coffein	122	Elasticität der Lungen . . .	7. 11
Conglobirte Drüsen	101	» » Muskeln	138

	Seite		Seite
Elektricität	103	Gallenfarbstoffe	46
Elektrotonus	168. 170	Gallenfisteln	48
Elementarkörperchen	61	Gallenkanäle	43
Emulsin	91	Gallensäuren	45
Endosmose	91. 114	Gallensecretion	48
Entartung, fettige	97	Gangliensystem	211
Epidermis	127	Ganglienzellen	155
Epithelien des Mundes	31	Gase, in der Atmosphäre	22
Erection	240	» in der ausgeathmeten	
Ermüdung	144	Luft	22
Ernährung	203	» im Blute	22. 65
Excentrische Erscheinungen	185	» in der Hautathmung	130
Excitomotorische Nerven	190	» im Magen	52
Excremente	56	» im Darm	52
Exosmose	114	Gaumennerven	207
Expiration	4. 9	Geburt	261
F.		Gefässnerven	77. 202
Farben	220	Gefühl	179
» complementäre	220	Gehen	146
Farbstoffe im Blut	64	Gehirn, grosses	192
» in der Galle	46	» kleines	193
» im Urin	124	Gehirnfette	160
Faserstoff, s. Fibrin.		Gelber Fleck	218
Fette	26	Geräusch	228
» im Blute	62	Geräusche beim Athmen	9
Fettige Entartung	97	Gerinnung des Blutes	59
Fettresorption	92	Geschmacksorgan	233
Fibrin	24. 25	Gesichtskreis	224
» im Blute	63	Getreide, Bestandtheile	28. 29
» in der Lymphe	86	Glandulae utricales	245
Filtration	113	Globulin	63
Fleisch, Bestandtheile	28. 29	Globulohämatin	63
Fleischtheilchen	136	Glomerulus	119
Foramen ovale	251	Glutin	25
Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Nerven	177	Glycerin	26
Fovea centralis	218	Glycocholsäure	45
Furchungsprocess	248	Glycocoll	46. 96
G.		Glycogen, der Leber	44
Galle	45	Graaf'scher Follikel	241
Galle, Menge	48	Graue Substanz des Rücken-	
Gallenabsonderung	116	marks	180. 195
Gallenasche	47	Grove'sche Säule	164
		H.	
		Hämatin	64
		Hämatodynamometer	71

	Seite		Seite
Häminkrystalle	64	Keimblase	248
Halbzirkelförmige Kanäle	197	Keimhaut	253
Harnabsonderung	117	Kiemenbogen	257
Harnkanälchen	117	Klang	228
Harnsäure	123	Klangfarbe	229
Harnstoff	117. 120	Klappen des Herzens	73
Hautabsonderung	127	Knochen, Entwicklung der-	
Hautathmen	21	selben	258
Hautstrom	107	Knotenpunkt	214
Hemmungsnerven	176	Kohlehydrate	25
Herzbewegung	201	» im Blute	62
Herzklappen	73	Kohlensäure, Bildung der-	
Herznerven	81. 201	selben	94
Hinterhirn	255	» Bestimmung derselben	19
Hippursäure	124	» in den Lungen.	16
» im Urin nach		» Wirkung derselben	17. 21
Genuss von Benzoësäure	95	Kopfkappe	252
Hoden	238	Kothentleerung	56
Höhenachse des Auges	222	Kreislauf des Blutes	66
Hornblatt	254	» erster, zweiter des	
Horopter	225	Embryo	250
Hunger	182	Kreuzungspunkt	214
Hungertod	98		
Hydrodiffusion	113		

L.

I.		Labdrüsen	36
Idiomuskuläre Contraction	170	Latente Reizung	140
Inanition	98	Leber	41
Inductionsstrom	165	Leberzellen	44
Infundibula	4	Leguminosen, Bestandtheile	28. 29
Inspiration	4	Leimgebende Substanz	25
Intussusception	100	Liquor folliculi	241
Irisbewegung	199. 217	» sanguinis	58
Irradiation	179. 227	Localisiren des Gefühls	185
Irritabilität	142	» der Gesichtsubjecte	224
K.		Lochien	262
Käse, Bestandtheile	28	Luft im Blute	22
Kapsel der Harnkanälchen	119	» in den Venen	84
Kartoffeln, Bestandtheile	28. 29	» Menge derselben beim	
Katelectrotonus	168	Athmen	21. 22
Kathode	165	Luftdruck bei der Inspiration	6
Kauen	34	Lungen, Bau derselben	4
Kehlkopfmuskeln	147	Lungenläppchen	5
		Lymphdrüsen	87
		Lymphe	85

	Seite		Seite
Lymphgefäße, Resorptions-		Musculus diaphragma	8
fähigkeit derselben	93	» sphincter ani	57
Lymphkörperchen	61. 79. 85		
		N.	
M.		Nabelblase	247
Macula germinativa	241	Nabelstrang	253
Magen	40	Nachbilder	221
» Auflösung desselben		Nachhirn	255
nach dem Tode	40	Nahrungsmittel, stickstoff-	
Magengrübchen	36	haltige	24
Magensäure, Menge derselben	40	» stickstofflose	25
Magensaft	36	» Verhältniss der stick-	
» künstlicher	37	stoffhaltigen zu den	
Mariotte'scher Versuch	219	stickstofflosen	27
Markscheide der Nerven	151	Negative Stromesschwan-	
Matrix	100	kung	171. 142
Medullarplatten	254	Nerven, Bau derselben	117
Meibom'sche Drüsen	228	» Wirkung derselben	
Membrana decidua	245	auf Secretion	115
» granulosa	241	» Wirkung ihrer Thä-	
Menstruation	242	keit auf das Blut	33
Meridian, verticaler	222	» centrale	154
Mesogastrium	259	» gelatinöse	154
Micropyle	242	» markhaltige	151
Milch, Bestandtheile	28. 29. 262	» marklose	154
Milchzucker	25. 26	» motorische	160
Millon'sche Flüssigkeit	25	» periphere	150
Mitbewegung	179. 197	» Remak'sche	154
Mitempfindung	179. 187	» sensible	160
Monochromatische Aberration	217	Nervenfasern	151
Mouvement du manège	197	Nervenkolben	159
Mucin	30	Nervenkräfte	151
Müller'sche Gänge	260	Nervenreize	162. 172
Multiplicator	103	Nervenstrom	107
Murexid	124	Nervenwurzeln	161
Muskeln, ihr Wachsthum	101	Nervus abducens	198. 207
Muskelbewegungen	134	» accessorius Willisii	210
Muskelebene	223	» acusticus	208
Muskelfasern, glatte	137	» facialis	33. 197. 207
» quergestreifte	134	» glossopharyngeus	208. 233
Muskelgefühl	182	» hypoglossus	210
Muskelirritabilität	143	» lingualis	33. 233
Muskelstrom	105	» oculomotorius	199. 205
Musculi intercostales	8	» olfactorius	204
» papillares	71. 73	» opticus	205
		» splanchnicus	55

	Seite		Seite
Nervus sympathicus . . .	211	Pfortaderblut . . .	116
» » Wirkung auf		Placenta . . .	246
die Gefäße . . .	77	» sanguinis . . .	58
» » Wirkung auf		Plasma sanguinis . . .	58
die iris . . .	199	Poiseuille'scher Raum . . .	78
» » Wirkung auf		Polarisation . . .	104
die Speichel-		Polarisationsstrom . . .	165
secretion . . .	33	Primitivband . . .	151
» trigeminus . . .	204. 206	Primitivstreifen . . .	253
» vagus . . .	208	Proteïnsubstanzen . . .	24
» » Wirkung auf		» im Blute . . .	62
das Herz . . .	81	Ptyalin . . .	31
» » Wirkung auf		Puls der Arterien . . .	74. 85
den Darm . . .	56	» des Herzens . . .	72
» » Wirkung auf		Pulsus cordis . . .	72
den Magen . . .	40	Pupillarmembran . . .	256
» » Wirkung auf			
die Respira-		Q.	
tion . . .	12	Querachse des Auges . . .	223
Nieren, Entwicklung der-			
selben . . .	260	R.	
O.		Reflex . . .	179
Oberkieferfortsatz . . .	257	Reflexbewegung . . .	187
Oeffnungszuckung . . .	63	Reflexmotorische Nerven . . .	190
Ohrbläschen . . .	256	Regeneration . . .	97
Oleïnsäure . . .	26	Regio olfactoria . . .	232
Ortssinn . . .	234	Reizbarkeit . . .	172. 184
Ovulum humanum . . .	241	» erhöhte . . .	173
P.		Reize . . .	139
Pacini'sche Körperchen . . .	158	Reitbahnbewegung . . .	197
Palmitinsäure . . .	26	Resorption . . .	89. 90. 131
Pancreas . . .	50	Respiration . . .	3
Parapepton . . .	39	Rete Malpighii . . .	127
Pars digestiva des Schlundes	35	Retina, Empfindung der-	
» respiratoria » »	35	selben . . .	218
Pedunculi cerebri . . .	194	Rhodankalium . . .	31
Penis . . .	240	Rhythmus des Herzens . . .	72
Pepsin . . .	39	Richtungsstrahl . . .	214
Pepton . . .	39	Riechbare Stoffe . . .	232
Perimysium . . .	135	Rigor mortis . . .	145
Peristaltische Bewegung . . .	55	Ritter'scher Tetanus . . .	163
Perspiration . . .	129	Ritter - Valli'sches Gesetz . . .	171
Pettenkofer'sche Probe . . .	46	Rückenmark . . .	194
		Rückenmarksseele . . .	191

		Seite
S.		
Samen, männlicher	237	
Samenentleerung	239	
Samenfäden	238	
Samenzellen	236	
Sarcolemma	136	
Sarcous elements	136	
Sauerstoff, Wirkung desselben	17. 21	
Schall	228	
» Fortleitung desselben	230	
Scheiner'scher Versuch	217	
Schleim	30	
Schliessungszuckung	163	
Schlingen	34	
Schlund	35	
Schwangerschaft	244	
Schwanzkappe	252	
Schweissabsonderung	129	
Schweissdrüsen	128	
Schwerpunkt	145	
Schwingungen	229	
Secretion	89. 112	
Sehachse	222	
Sehen, directes	225	
» indirectes	225	
Sehwinkel	214	
Seitendruck des Blutes	70. 71	
Seitenplatten	254	
Semen virile	237	
Semilunarklappen	73	
Sensuelle Nerven	162	
Serum sanguinis	58	
Specificität der Nerven	178	
Speichel	30. 31. 32	
Speichelkörperchen	30. 31	
Speisebrei	36	
Speiseröhre	36	
Spermatin	237	
Spermatozoen	238	
Sphärische Aberration	217	
Sphygmograph	76	
Spirometer	11	
Sprache	147	
Stärke	25. 26	
Stärke, Umwandlung in Zucker	96	
Stapedius	231	
Stearinsäure	26	
Stehen	145	
Stickstoff, Umwandlung desselben	95	
» Verhalten bei der Respiration	19	
Stimme	147	
Stockung des Blutes	80	
Strom, absteigender	164	
» aufsteigender	164	
Stromprüfender Froschschenkel	154	
Stromschwankung, negative	171	
Strychnin, Wirkung desselben	190	
Succus entericus	51	
» gastricus	36	
Syntonin	24	
Systole	72	
T.		
Talgdrüsen	128	
Tastkörperchen	159. 235	
Taurin	46	
Taurocholsäure	35	
Temperatursinn	234	
Tensor tympani	230	
Tetanus	173. 141	
Theca	241	
Thermometer	108	
Thermomultiplicator	108	
Thränen	228	
Titriren des Harnes	121	
Todtenstarre	145	
Töne des Herzens	74	
Ton, dessen Höhe und Tiefe	148. 229	
Tonus	198	
Tränkungsflüssigkeit	112	
Traubenzucker	25. 26	
Trommelfell	230	
Tuberculum Loweri	251	
Tubuli uriniferi	117	

U.		Seite	Seite	
Ueberreizung der Nerven	172		Wärme, durch den Abson-	
Unipolare Inductionserschei-			derungsprocess vermehrt	33
nung	166		Wärmestrahlen	219
Urachus	251		Wassergas, ausgeathmetes	19
Urin	119		Weibliches Ei	241
Urnieren	260		Wellenbewegungen	229
Utriculus	261		Wharton'sche Sulze	253
			Willkürliche Bewegungen	191
			Wolff'sche Körper	260
			Wollustgefühl	183
V.			Z.	
Valvula Eustachii	251		Zähne, Entwicklung der-	
Vena portarum	41		selben	259
Venae intralobulares	43		Zellen, Bewegung derselben	101
» sublobulares	43		» Entstehung »	98
Venen, ihr Bau	80		» Wachsthum »	99
Verdauung	23		Zerstreuungskreise	214. 215
Verknöcherungsprocess	258		Zeugung	237
Verlängertes Mark	18. 194		Zona pellucida	241
Vesicula germinativa	241		Zotten	52
Vierhügel	194		Zucker	25. 26
Visceralbogen	257		» in der Leber	49
Visirebene	225		» im Urin	124
Vitale Capacität	11		» Verhältniss zum Fett	96
Vitellin	23		Zuckerprobe	32
Vitellus	241		Zuckung ohne Metalle	169
Vorderhirn	255		» paradoxe	170
Vorstellungen, Einfluss der-			» secundäre	170
selben auf das Gefühl	186		Zuckungsgesetz	166
W.			Zunge, ihre Bewegungen	34
Wachsthum	96. 100		Zwangsbewegungen	197
Wärme	108		Zwerchfell	8
			Zwischenhirn	255

Notiz.

In dem von demselben Verfasser in gleichem Verlage erschienenen «Lehrbuch der speciellen Physiologie des Menschen» hat sich ein entstellender Druckfehler eingeschlichen, den man den geneigten Leser zu verbessern bittet:

S. 253, Z. 11 v. o. muss es heissen anstatt: «1 Cubikcentimeter»
1 Cubikmillimeter Blut enthält 5 Millionen Blutkörperchen.

In unserem Verlage erschien bereits und ist in allen
Buchhandlungen vorräthig:

L e h r b u c h
der speciellen
Physiologie des Menschen.
Für Vorlesungen und zum Selbststudium

von

Julius Budge,

Professor der Anatomie und Physiologie, Director des zootomischen und anatomischen Museums und Theaters an der Universität Greifswald.

Achte, gänzlich umgearbeitete Auflage.

Mit 5 Kupfertafeln und zahlreichen eingedruckten Holzschnitten.

Lexikon-Octav. Geheftet Preis 6 Thlr.

Bei dem Erscheinen der vollständigen Neubearbeitung vorstehenden Werks können wir auf eine besondere Empfehlung desselben verzichten, da ein Buch, dessen Leserkreis ein relativ beschränkter ist und welches bei der nicht geringen Zahl von vorhandenen und neuerschienenen Schriften über denselben Gegenstand doch bereits **sieben Auflagen** erlebt hat, sowie in mehrere fremde Sprachen übersetzt worden ist, Fonds genug in sich tragen muss, um auch in der vorliegenden neuen Gestalt sich Gönner zu verschaffen.

Den seltenen Erfolg, den diese Physiologie gehabt hat, verdankt sie vorzüglich zwei Eigenschaften, ihrer Klarheit und ihrer Wahrheit. Durch die grosse Kürze im Ausdruck, deren sich der seinen Stoff vollkommen beherrschende Verfasser bedient hat, war es möglich, eine Masse von Thatsachen und Anschauungen mitzutheilen und alle Fortschritte der Wissenschaft bis in die neueste Zeit, soweit sie fest stehen, nachzutragen, wie des Verfassers viele eigene Erfahrungen hier zum ersten Male niedergelegt sind.

Es hat der Verfasser bei dieser Neubearbeitung eine besondere Rücksicht auf das Bedürfniss der praktischen Aerzte genommen, welche sich auf der Höhe der Wissenschaft zu erhalten wünschen, und empfiehlt sich ihnen das Werk also ganz besonders.

Bezüglich der Ausstattung sind keine Kosten gescheut worden, um dasselbe seinem innern Werthe entsprechend erscheinen zu lassen.

Leipzig.

Voigt & Günther.

Medicinischer Verlag von Voigt & Günther in Leipzig.

- Albers, J. F. H.**, Memoranda der Psychiatrie, oder kurzgefasste Darstellung der Pathologie und Therapie der mit Irresein verbundenen Krankheiten, nebst Rückblick auf die gerichtsärztliche Beurtheilung derselben. Gr. 12. Cart. Preis 1 Thlr.
- Böcker, F. W.**, Lehrbuch der praktischen medicinischen Chemie für praktische Ärzte und Studirende der Medicin, od. Anleitung zur quantitative zoochemischen Analyse. Mit 4 Kupfertafeln und 16 eingedr. kten Abbild. 8. Cart. Preis 1 Thlr. 7½ Ngr.
- Budge, Julius**, Lehrbuch der speciellen Physiologie des Menschen. Für Vorlesungen und zum Selbststudium. Achte, gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 5 Kupfertafeln und zahlreichen eingedr. kten Holzschnitten. Gr. 8. Geheftet. Preis 6 Thlr.
- Ueber die Zwecke des Athmens. Ein populärer Vortrag, gehalten zu Greifswald am 20. Januar 1860. 8. Geheftet. Preis 7½ Ngr.
- Friedberg, Hermann**, Pathologie und Therapie der Muskel- lähmung. Zweite Ausgabe. Mit 4 Tafeln Abbildungen. Gr. 8. Geheftet. Preis 2 Thlr.
- Froriep, Robert**, Atlas anatomicus partium corporis humani per strata dispositarum imagines in tabulis XXX ab Augusto Andorffo delineatas ferroque incisas exhibens. Editio quarta. Imp.-quer 4°. Gebunden in Ganzleinwand. Preis 6 Thlr.
- — Colorirt. Gebunden in Ganzleinwand. Preis 15 Thlr.
- Icon synoptica arteriarum corporis humani in uno sceleto conjunctim descriptarum in tribus tabulis. Folio-Imp. Ausgabe schwarz. Preis 1 Thlr. 15 Ngr. Ausgabe colorirt. Preis 3 Thlr.
- Icon synoptica nervorum corporis humani in uno sceleto conjunctim descriptorum in tribus tabulis. Folio-Imp. Ausgabe schwarz. Preis 1 Thlr. 15 Ngr. Ausgabe colorirt. Preis 3 Thlr.
- Diese letztern beiden Blätter sind auch auf Leinwand gezogen vorrätig.
- Memoranda der speciellen Anatomie des Menschen. Ein Leitfaden zur Repetition und zum Selbststudium. Zweite ganz umgearbeitete Auflage. I. Abtheilung: Knochen- und Bänderlehre. Mit 28 Kupfertafeln. Gr. 12. Cart. Preis 1 Thlr. 27 Ngr.
- Liaudet, Ph.**, Memoranda der medicinischen Botanik in ihrer Anwendung auf Materia medica für Studirende der Medicin und Pharmacie, sowie für praktische Aerzte. Mit 32 Kupfertafeln. Gr. 12. Cart. Preis 1 Thlr. 15 Ngr.
- Schwarz, Robert**, Memoranda der physiologischen Chemie, mit Rücksicht auf Pathologie zusammengestellt für Doctoranden der Medicin und praktische Aerzte. Gr. 12. Cart. Preis 24 Ngr.
- Winckler, Emil**, Memoranda der gerichtlich-chemischen Prüfung auf Gifte. Gr. 12. Cart. Preis 1 Thlr.

Budge, Julius,

Compendium der Physiologie des Menschen

Leipzig 1864

Augsburg, Staats- und Stadtbibliothek -- Med 647

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11192402-2